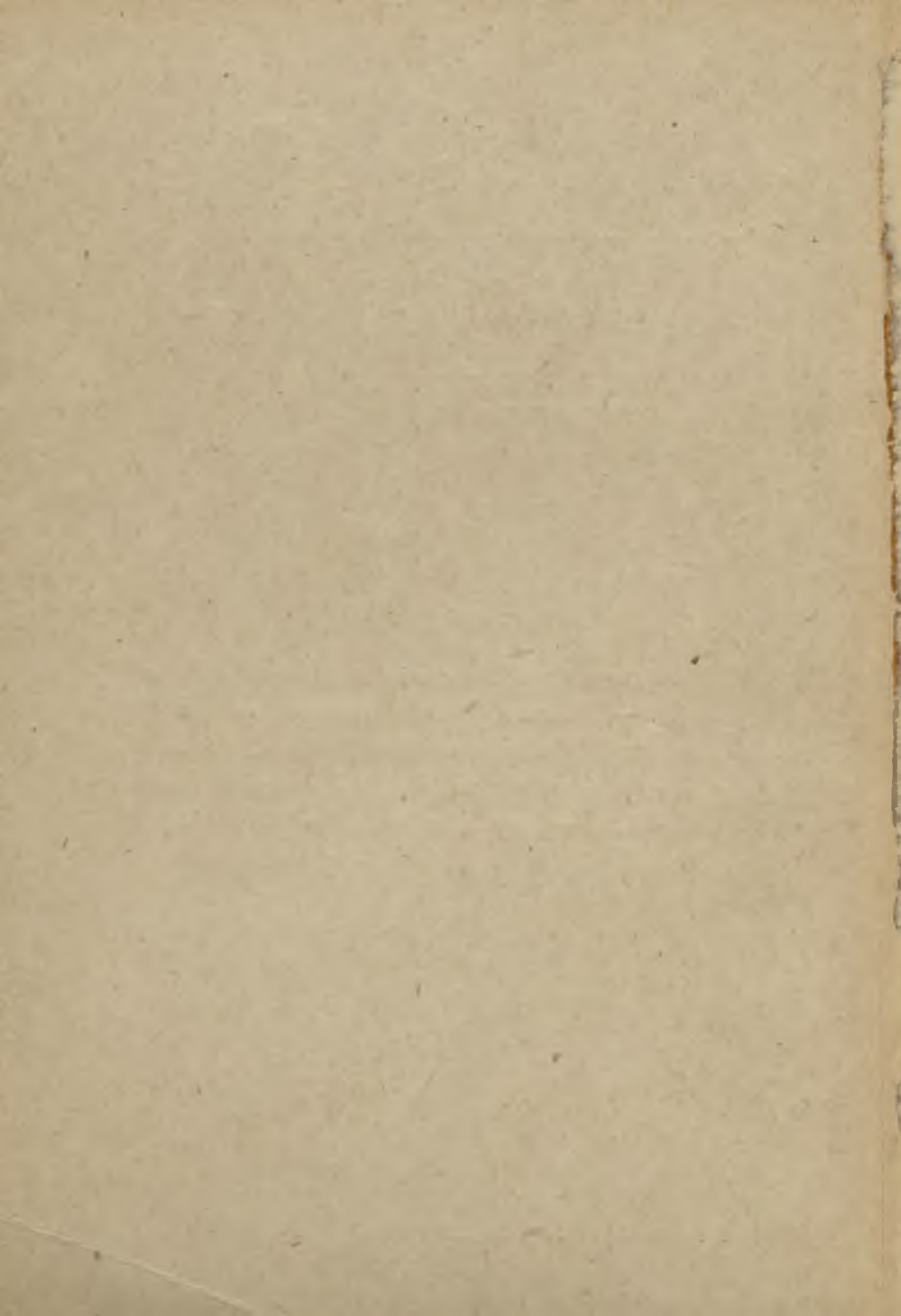


30 2268

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV AZ 1952. ÉVRE

Tartalomjegyzékből:

Ambarcumjan: Csillagtársulások és a csillagok ke-
letkezése. — Diskant: A kozmikus sugarak eredete. —
A Szovjetunió Tudományos Akadémiája Csillagászati
Tanácsának közleménye az IAU VIII. kongresszusának
összehívásáról. — Detre László: Az üstökösök fizikája.
— Dezső Loránt: A Nap és földi hatásai



CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV AZ 1952. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK TANÁCSA

BUDAPEST 1952

Felelős kiadó: dr. Székely Sándor
Készült 1500 példányban

CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1952. ÉVRE

Összeállította: A Magyar Természettudományi
Társulat budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgálója-
nak munkaközössége (Bartha Lajos, Edelényi Elemér,
Hack Frigyes, Sinka József).

Ellenőrizte: Mersits József tudományos munkaező
a Magy. Tud. Akadémia Csillagvizsgáló Intézeténél.

I. J A N U Á R

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|-------|--------------------------|
| | | | | Budapest en | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | K | 1 | 1 | 7 33 | 11 47 | 16 02 | 10 12 | 21 21 | | |
| 2 | Sz | | 2 | 7 33 | 11 47 | 16 03 | 10 29 | 22 40 | | |
| 3 | Cs | | 3 | 7 33 | 11 48 | 16 04 | 10 44 | 23 55 | 5 42 | |
| 4 | P | | 4 | 7 33 | 11 48 | 16 05 | 11 02 | — | | |
| 5 | Sz | | 5 | 7 32 | 11 49 | 16 06 | 11 20 | 1 08 | | |
| 6 | V | | 6 | 7 32 | 11 49 | 16 07 | 11 41 | 2 22 | | |
| 7 | H | 2 | 7 | 7 32 | 11 50 | 16 08 | 12 06 | 3 34 | | |
| 8 | K | | 8 | 7 32 | 11 50 | 16 09 | 12 40 | 4 43 | | |
| 9 | Sz | | 9 | 7 32 | 11 51 | 16 10 | 13 22 | 5 47 | | |
| 10 | Cs | | 10 | 7 31 | 11 51 | 16 11 | 14 14 | 6 41 | | |
| 11 | P | | 11 | 7 31 | 11 51 | 16 12 | 15 15 | 7 25 | | |
| 12 | Sz | | 12 | 7 30 | 11 52 | 16 14 | 16 21 | 8 00 | 05 55 | |
| 13 | V | | 13 | 7 30 | 11 52 | 16 15 | 17 29 | 8 26 | | |
| 14 | H | 3 | 14 | 7 29 | 11 53 | 16 17 | 18 37 | 8 47 | | |
| 15 | K | | 15 | 7 28 | 11 53 | 16 18 | 19 46 | 9 04 | | |
| 16 | Sz | | 16 | 7 27 | 11 53 | 16 19 | 20 52 | 9 20 | | |
| 17 | Cs | | 17 | 7 27 | 11 54 | 16 21 | 22 01 | 9 34 | | |
| 18 | P | | 18 | 7 26 | 11 54 | 16 22 | 23 10 | 9 48 | | |
| 19 | Sz | | 19 | 7 25 | 11 54 | 16 24 | — | 10 04 | | |
| 20 | V | | 20 | 7 24 | 11 55 | 16 25 | 0 24 | 10 22 | 07 09 | |
| 21 | H | 4 | 21 | 7 24 | 11 55 | 16 26 | 1 41 | 10 56 | | |
| 22 | K | | 22 | 7 23 | 11 55 | 16 28 | 3 02 | 11 18 | | |
| 23 | Sz | | 23 | 7 22 | 11 56 | 16 30 | 4 23 | 12 03 | | |
| 24 | Cs | | 24 | 7 22 | 11 56 | 16 31 | 5 35 | 13 05 | | |
| 25 | P | | 25 | 7 21 | 11 56 | 16 32 | 6 34 | 14 24 | | |
| 26 | Sz | | 26 | 7 20 | 11 56 | 16 34 | 7 18 | 15 54 | 23 26 | |
| 27 | V | | 27 | 7 18 | 11 57 | 16 36 | 7 50 | 17 25 | | |
| 28 | H | 5 | 28 | 7 17 | 11 57 | 16 37 | 8 12 | 18 52 | | |
| 29 | K | | 29 | 7 16 | 11 57 | 16 39 | 8 32 | 20 15 | | |
| 30 | Sz | | 30 | 7 15 | 11 57 | 16 40 | 8 50 | 21 36 | | |
| 31 | Cs | | 31 | 7 14 | 11 57 | 16 42 | 9 07 | 22 52 | | |

Nap: 4-én 21^h 53^m-kor földközélen.

12-én 7^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'42", '1.

Hold: 26-án 13^h-kor földközélen, látszólagos sugara: 16'43", '9.

H Ó N A P

0h világidőkor

| Julián dátum | Csillag- idő ($\lambda = 0^\circ$ - nál) | A N A P | | | A H O L D | |
|-----------------|----------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|
| | | rekta- szencziója | dekli- nációja | látászó- lagos sugara | rekta- szencziója | dekli- nációja |
| 2484... | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| 012 | 6 38 24,0 | 18 41,4 | -23 06 | 16 17,5 | 22 04 | -12 12 |
| 013 | 6 42 20,6 | 18 45,8 | 23 02 | 16 17,5 | 22 56 | 5 47 |
| 014 | 6 46 17,2 | 18 50,2 | 22 57 | 16 17,5 | 23 45 | + 0 43 |
| 015 | 6 50 13,7 | 18 54,7 | 22 51 | 16 17,5 | 0 32 | 6 58 |
| 016 | 6 54 10,0 | 18 59,1 | 22 45 | 16 17,5 | 1 20 | 12 45 |
| 017 | 6 58 06,8 | 19 03,4 | 22 39 | 16 17,5 | 2 08 | 17 52 |
| 018 | 7 02 03,4 | 19 07,8 | 22 32 | 16 17,5 | 2 58 | 22 06 |
| 019 | 7 05 59,9 | 19 12,2 | 22 25 | 16 17,5 | 3 49 | 25 19 |
| 020 | 7 09 56,5 | 19 16,6 | 22 17 | 16 17,5 | 4 42 | 27 20 |
| 021 | 7 13 53,1 | 19 20,9 | 22 09 | 16 17,5 | 5 36 | 28 04 |
| 022 | 7 17 49,6 | 19 25,3 | -22 00 | 16 17,4 | 6 30 | +27 28 |
| 023 | 7 21 46,2 | 19 29,6 | 21 51 | 16 17,3 | 7 22 | 25 38 |
| 024 | 7 25 42,7 | 19 34,0 | 21 41 | 16 17,3 | 8 12 | 22 40 |
| 025 | 7 29 39,3 | 19 38,3 | 21 32 | 16 17,3 | 9 00 | 18 45 |
| 026 | 7 33 35,9 | 19 42,6 | 21 21 | 16 17,2 | 9 46 | 14 06 |
| 027 | 7 37 32,4 | 19 46,9 | 21 11 | 16 17,2 | 10 30 | 8 53 |
| 028 | 7 41 29,0 | 19 51,2 | 20 59 | 16 17,1 | 11 14 | 3 18 |
| 029 | 7 45 25,5 | 19 55,5 | 20 48 | 16 17,0 | 11 57 | - 2 30 |
| 030 | 7 49 22,0 | 20 59,8 | 20 36 | 16 16,9 | 12 42 | 8 19 |
| 031 | 7 53 18,6 | 20 04,0 | 20 24 | 16 16,8 | 13 29 | 13 56 |
| 032 | 7 57 15,2 | 20 08,3 | -20 11 | 16 16,8 | 14 20 | - 19 06 |
| 033 | 8 01 11,7 | 20 12,5 | 19 58 | 16 16,7 | 15 16 | 23 28 |
| 034 | 8 05 08,3 | 20 16,7 | 19 44 | 16 16,6 | 16 16 | 26 36 |
| 035 | 8 09 04,9 | 20 20,9 | 19 30 | 16 16,5 | 17 22 | 28 03 |
| 036 | 8 13 01,4 | 20 25,1 | 19 16 | 16 16,3 | 18 29 | 27 32 |
| 037 | 8 16 58,0 | 20 29,3 | 19 02 | 16 16,2 | 19 36 | 24 58 |
| 038 | 8 20 54,6 | 20 33,5 | 18 47 | 16 16,1 | 20 40 | 20 36 |
| 039 | 8 24 51,1 | 20 37,6 | 18 32 | 16 16,0 | 21 39 | 14 54 |
| 040 | 8 28 47,7 | 20 41,8 | 18 16 | 16 15,9 | 22 34 | 8 26 |
| 041 | 8 32 44,2 | 20 45,9 | 18 00 | 16 15,8 | 23 26 | 1 41 |
| 042 | 8 36 40,8 | 20 50,0 | -17 44 | 16 15,6 | 0 15 | + 4 57 |

I. FEBRUÁR

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltozásai | |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|--------------------------|--------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | P | (5) | 32 | 7 12 | 11 58 | 16 44 | 9 24 | — — | ☾ 21 1 ^m | |
| 2 | Sz | | 33 | 7 10 | 11 58 | 16 46 | 9 44 | 0 07 | | |
| 3 | V | | 34 | 7 09 | 11 58 | 16 48 | 10 08 | 1 22 | | |
| 4 | H | 6 | 35 | 7 08 | 11 58 | 16 50 | 10 39 | 2 33 | | |
| 5 | K | | 36 | 7 06 | 11 58 | 16 51 | 11 19 | 3 40 | | |
| 6 | Sz | | 37 | 7 05 | 11 58 | 16 52 | 12 07 | 4 38 | | |
| 7 | Cs | | 38 | 7 04 | 11 58 | 16 54 | 13 05 | 5 25 | | |
| 8 | P | | 39 | 7 02 | 11 58 | 16 58 | 14 10 | 6 02 | | |
| 9 | Sz | | 40 | 7 00 | 11 58 | 16 57 | 15 20 | 6 30 | | |
| 10 | V | | 41 | 6 59 | 11 58 | 16 58 | 16 28 | 6 53 | | |
| 11 | H | 7 | 42 | 6 58 | 11 58 | 17 00 | 17 36 | 7 11 | ☾ 1 28 | |
| 12 | K | | 43 | 6 56 | 11 58 | 17 02 | 18 44 | 7 27 | | |
| 13 | Sz | | 44 | 6 54 | 11 58 | 17 03 | 19 52 | 7 42 | | |
| 14 | Cs | | 45 | 6 53 | 11 58 | 17 05 | 21 01 | 7 56 | | |
| 15 | P | | 46 | 6 51 | 11 58 | 17 06 | 22 13 | 8 11 | | |
| 16 | Sz | | 47 | 6 50 | 11 58 | 17 08 | 23 28 | 8 28 | | |
| 17 | V | | 48 | 6 48 | 11 58 | 17 10 | — — | 8 50 | | |
| 18 | H | 8 | 49 | 6 46 | 11 58 | 17 11 | 00 46 | 9 17 | | { 19 1 |
| 19 | K | | 50 | 6 44 | 11 58 | 17 12 | 02 04 | 9 56 | | |
| 20 | Sz | | 51 | 6 42 | 11 58 | 17 14 | 03 18 | 10 47 | | |
| 21 | Cs | | 52 | 6 41 | 11 58 | 17 16 | 04 21 | 11 57 | ☾ 10 16 | |
| 22 | P | | 53 | 6 39 | 11 58 | 17 18 | 05 09 | 13 20 | | |
| 23 | Sz | | 54 | 6 37 | 11 58 | 17 19 | 05 45 | 14 48 | | |
| 24 | V | | 55 | 6 36 | 11 58 | 17 20 | 06 12 | 16 17 | | |
| 25 | H | 9 | 56 | 6 34 | 11 57 | 17 22 | 06 34 | 17 43 | | |
| 26 | K | | 57 | 6 32 | 11 57 | 17 24 | 06 52 | 19 05 | | |
| 27 | Sz | | 58 | 6 30 | 11 57 | 17 25 | 07 10 | 20 26 | | |
| 28 | Cs | | 59 | 6 28 | 11 57 | 17 26 | 07 27 | 21 45 | | |
| 29 | P | | 60 | 6 26 | 11 57 | 17 28 | 07 48 | 23 02 | | |

Hold: 8-án 10h-kor fölöttévolban, látszólagos sugara: 14' 42."7.
 23-án 23h-kor földközéiben, látszólagos sugara: 16' 33.0.

H Ó N A P

| 0h világidőkor | | | | | | |
|----------------|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|
| Julián dátum | Csillag-idő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szczenziója | dekli- nációja | látszó- lagos sugara | rekta- szczenziója | dekli- nációja |
| 2434... | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| 043 | 8 40 37,3 | 20 54,1 | - 17 27 | 16 15,5 | 1 04 | + 11 07 |
| 044 | 8 44 33,9 | 20 58,2 | 17 10 | 16 15,4 | 1 53 | 16 36 |
| 045 | 8 48 30,4 | 21 02,3 | 16 53 | 16 15,2 | 2 43 | 21 11 |
| 046 | 8 52 27,0 | 21 06,3 | 16 35 | 16 15,1 | 3 35 | 24 43 |
| 047 | 8 56 23,5 | 21 10,4 | 16 18 | 16 14,9 | 4 28 | 27 03 |
| 048 | 9 00 20,1 | 21 14,4 | 16 00 | 16 14,8 | 5 22 | 28 05 |
| 049 | 9 04 16,7 | 21 18,4 | 15 41 | 16 14,6 | 6 16 | 27 49 |
| 050 | 9 08 3,2 | 21 22,4 | 15 23 | 16 14,5 | 7 08 | 26 16 |
| 051 | 9 12 09,8 | 21 26,4 | 15 04 | 16 14,3 | 7 59 | 23 33 |
| 052 | 9 16 06,3 | 21 30,4 | 14 42 | 16 14,1 | 8 48 | 19 51 |
| 053 | 9 20 03,0 | 21 34,4 | 14 26 | 16 14,0 | 9 34 | 15 20 |
| 054 | 9 23 59,4 | 21 38,3 | 14 06 | 16 13,8 | 10 19 | 10 11 |
| 055 | 9 27 56,0 | 21 42,3 | 13 46 | 16 13,6 | 11 03 | 4 37 |
| 056 | 9 31 52,5 | 21 46,2 | 13 26 | 16 13,4 | 11 46 | - 1 10 |
| 057 | 9 35 49,1 | 21 50,1 | 13 06 | 16 13,2 | 12 31 | 7 00 |
| 058 | 9 39 45,6 | 21 54,0 | 12 46 | 16 13,0 | 13 17 | 12 40 |
| 059 | 9 43 42,2 | 21 57,9 | 12 25 | 16 12,8 | 14 06 | 17 54 |
| 060 | 9 47 38,8 | 22 01,8 | 12 04 | 16 12,6 | 14 59 | 22 24 |
| 061 | 9 51 35,3 | 22 05,6 | 11 43 | 16 12,4 | 15 56 | 25 50 |
| 062 | 9 55 31,9 | 22 09,5 | 11 22 | 16 12,2 | 16 58 | 27 49 |
| 063 | 9 59 28,4 | 22 13,3 | 11 00 | 16 12,0 | 18 03 | 28 01 |
| 064 | 10 03 25,0 | 22 17,2 | 10 39 | 16 11,7 | 19 08 | 26 18 |
| 065 | 10 07 21,6 | 22 21,0 | 10 17 | 16 11,5 | 20 11 | 22 45 |
| 066 | 10 11 18,1 | 22 24,8 | 9 55 | 16 11,3 | 21 11 | 17 40 |
| 067 | 10 15 14,7 | 22 28,6 | 9 33 | 16 11,1 | 22 08 | 11 31 |
| 068 | 10 19 11,2 | 22 32,4 | 9 11 | 16 10,8 | 23 01 | 4 47 |
| 069 | 10 23 07,8 | 22 36,2 | 8 48 | 16 10,6 | 23 53 | + 2 03 |
| 070 | 10 27 07,3 | 22 40,0 | 8 26 | 16 10,4 | 0 43 | 8 37 |
| 071 | 10 31 00,9 | 22 43,7 | 8 03 | 16 10,1 | 1 34 | 14 35 |

I. M Á R C I U S

| Dátum | A hét napjai | Az év bányadik hete | Az év bányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltozásai | |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------|
| | | | | Budapestben | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug-szik | kel | nyug-szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | Sz | (9) | 61 | 6 25 | 11 57 | 17 29 | 8 10 | — — | 14 43 | |
| 2 | V | | 62 | 6 23 | 11 56 | 17 30 | 8 38 | 0 18 | | |
| 3 | H | 10 | 63 | 6 21 | 11 56 | 17 32 | 9 16 | 1 27 | | |
| 4 | K | | 64 | 6 20 | 11 56 | 17 33 | 10 00 | 2 30 | | |
| 5 | Sz | | 65 | 6 18 | 11 56 | 17 34 | 11 25 | 3 21 | | |
| 6 | Cs | | 66 | 6 16 | 11 56 | 17 36 | 11 59 | 4 02 | | |
| 7 | P | | 67 | 6 14 | 11 56 | 17 37 | 13 06 | 4 33 | | |
| 8 | Sz | | 68 | 6 12 | 11 55 | 17 39 | 14 15 | 4 58 | | |
| 9 | V | | 69 | 6 10 | 11 55 | 17 41 | 15 24 | 5 17 | | |
| 10 | H | 11 | 70 | 6 08 | 11 55 | 17 42 | 16 35 | 5 34 | | |
| 11 | K | | 71 | 6 06 | 11 54 | 17 43 | 17 41 | 5 49 | 19 14 | |
| 12 | Sz | | 72 | 6 04 | 11 54 | 17 45 | 18 51 | 6 04 | | |
| 13 | Cs | | 73 | 6 02 | 11 54 | 17 46 | 20 02 | 6 19 | | |
| 14 | P | | 74 | 6 00 | 11 53 | 17 48 | 21 17 | 6 35 | | |
| 15 | Sz | | 75 | 5 58 | 11 53 | 17 49 | 22 34 | 6 55 | | |
| 16 | V | | 76 | 5 56 | 11 53 | 17 51 | 23 53 | 7 21 | | |
| 17 | H | 12 | 77 | 5 54 | 11 53 | 17 52 | — — | 7 55 | | |
| 18 | K | | 78 | 5 52 | 11 52 | 17 53 | 1 07 | 8 42 | | |
| 19 | Sz | | 79 | 5 50 | 11 52 | 17 55 | 2 13 | 9 44 | | 3 40 |
| 20 | Cs | | 80 | 5 48 | 11 52 | 17 56 | 3 04 | 10 59 | | |
| 21 | P | | 81 | 5 46 | 11 51 | 17 58 | 3 43 | 12 23 | | |
| 22 | Sz | | 82 | 5 44 | 11 51 | 18 00 | 4 13 | 13 50 | | |
| 23 | V | | 83 | 5 42 | 11 51 | 18 01 | 4 35 | 15 14 | | |
| 24 | H | 13 | 84 | 5 40 | 11 51 | 18 02 | 4 58 | 16 36 | | |
| 25 | K | | 85 | 5 38 | 11 50 | 18 03 | 5 12 | 17 57 | 21 12 | |
| 26 | Sz | | 86 | 5 36 | 11 50 | 18 05 | 5 30 | 19 15 | | |
| 27 | Cs | | 87 | 5 34 | 11 50 | 18 06 | 5 48 | 20 36 | | |
| 28 | P | | 88 | 5 32 | 11 49 | 18 03 | 6 10 | 21 54 | | |
| 29 | Sz | | 89 | 5 30 | 11 49 | 18 09 | 6 37 | 23 09 | | |
| 30 | V | | 90 | 5 28 | 11 49 | 18 10 | 6 51 | — — | | |
| 31 | H | 14 | 91 | 5 26 | 11 48 | 18 12 | 7 31 | 0 15 | | |

aTavasz kezdete: 20-án 17h 14ⁿ-kor.

Hold: 7-én 0h-kor földtávolban, látászólagos sugara: 14', 44".

22-én 23h-kor földközeli, átszólagos sugara: 16' 20".8.

H Ó N A P

| 0h világidőkor | | | | | | |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|
| Julián dátum | Csillag-idő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szcenzioja | dekli- nacioja | látszó- lagos sugara | rekta- zcenzioja | dekli- nacioja |
| 2434... | h m s | h m | ° ' " | ' " | h m | ° ' " |
| 072 | 10 34 57,4 | 22 47,5 | — 7 41 | 16 09,9 | 2 26 | + 19 41 |
| 073 | 10 38 54,0 | 22 51,2 | 7 18 | 16 09,7 | 3 18 | 23 42 |
| 074 | 10 42 50,5 | 22 55 0 | 6 55 | 16 09,4 | 4 12 | 26 29 |
| 075 | 10 46 47,1 | 22 58,7 | 6 32 | 16 09,2 | 5 06 | 27 56 |
| 076 | 10 50 43,7 | 23 02,4 | 6 09 | 16 09,0 | 6 01 | 28 03 |
| 077 | 10 54 40,2 | 23 06,1 | 5 46 | 16 08,7 | 6 54 | 26 51 |
| 078 | 10 58 36,8 | 23 09,8 | 5 23 | 16 08,5 | 7 45 | 24 27 |
| 079 | 11 02 33,3 | 23 13,5 | 4 59 | 16 08,2 | 8 34 | 21 01 |
| 080 | 11 06 29,9 | 23 17,2 | 4 36 | 16 08,8 | 9 22 | 16 43 |
| 081 | 11 10 26,4 | 23 20,9 | 4 13 | 16 07,7 | 10 07 | 11 43 |
| 082 | 11 14 23,0 | 23 24,6 | — 3 49 | 16 07,4 | 10 51 | + 6 13 |
| 083 | 11 18 19,5 | 23 28,3 | 3 26 | 16 07,2 | 11 35 | 0 24 |
| 084 | 11 22 16,1 | 23 31,9 | 3 02 | 16 06,9 | 12 20 | — 5 31 |
| 085 | 11 26 12,6 | 23 35,6 | 2 38 | 16 06,2 | 13 06 | 11 18 |
| 086 | 11 30 09,2 | 23 39,3 | 2 15 | 16 06,4 | 13 55 | 16 42 |
| 087 | 11 34 05,7 | 23 42,9 | 1 51 | 16 06,1 | 14 47 | 21 25 |
| 088 | 11 38 02,3 | 23 46,6 | 1 27 | 16 05,8 | 15 43 | 25 06 |
| 089 | 11 41 58,2 | 23 50,2 | 1 03 | 16 05,6 | 16 43 | 27 26 |
| 090 | 11 45 55,4 | 23 53,9 | 0 40 | 16 05,3 | 17 46 | 28 05 |
| 091 | 11 49 52,0 | 23 57,5 | — 0 16 | 16 05,0 | 18 49 | 26 57 |
| 092 | 11 53 48,5 | 0 01,2 | + 0 08 | 16 04,7 | 19 51 | — 24 03 |
| 093 | 11 57 45,1 | 0 04,8 | 0 31 | 16 04,7 | 20 51 | 19 37 |
| 094 | 12 01 41,6 | 0 08,5 | 0 55 | 16 04,1 | 21 47 | 14 00 |
| 095 | 12 05 38,2 | 0 12,1 | 1 19 | 16 03,9 | 22 40 | 7 37 |
| 096 | 12 09 34,7 | 0 15,7 | 1 42 | 16 03,6 | 23 31 | — 0 53 |
| 097 | 12 13 31,3 | 0 19,4 | 2 06 | 16 03,3 | 0 22 | + 5 48 |
| 098 | 12 17 27,8 | 0 23,0 | 2 29 | 16 03,1 | 1 13 | 12 05 |
| 099 | 12 21 24,4 | 0 26,7 | 2 53 | 16 02,8 | 2 04 | 17 37 |
| 100 | 12 25 20,9 | 0 30,3 | 3 16 | 16 02,5 | 2 57 | 22 10 |
| 101 | 12 29 17,5 | 0 33,9 | 3 40 | 16 02,3 | 3 52 | 25 29 |
| 102 | 12 33 14,0 | 0 37,6 | + 4 03 | 16 02,0 | 4 47 | + 27 27 |

I. ÁPRILIS

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|--------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | |
| 1 | K | (14) | 92 | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 2 | Sz | | 93 | 5 24 | 11 48 | 18 13 | 8 45 | 1 13 | ☾ 9 48 |
| 3 | Cs | | 94 | 5 22 | 11 48 | 18 15 | 9 46 | 1 54 | |
| 4 | P | | 95 | 5 20 | 11 48 | 18 16 | 10 52 | 2 32 | |
| 5 | Sz | | 96 | 5 18 | 11 47 | 18 17 | 12 00 | 3 00 | |
| 6 | V | 15 | 97 | 5 16 | 11 47 | 18 18 | 13 09 | 3 22 | |
| 7 | H | | 98 | 5 14 | 11 47 | 18 20 | 14 18 | 3 40 | |
| 8 | K | | 99 | 5 12 | 11 46 | 18 21 | 15 26 | 3 55 | |
| 9 | Sz | | 100 | 5 10 | 11 46 | 18 23 | 16 36 | 4 10 | |
| 10 | Cs | | 101 | 5 08 | 11 46 | 18 24 | 17 47 | 4 25 | |
| | | | 101 | 5 06 | 11 46 | 18 26 | 19 02 | 4 42 | ☾ 9 53 |
| 11 | P | 16 | 102 | 5 04 | 11 45 | 18 27 | 20 19 | 5 00 | |
| 12 | Sz | | 103 | 5 02 | 11 45 | 18 28 | 21 39 | 5 25 | |
| 13 | V | | 104 | 5 00 | 11 45 | 18 30 | 22 57 | 5 56 | |
| 14 | H | | 105 | 4 58 | 11 44 | 18 31 | — — | 6 41 | |
| 15 | K | | 106 | 4 56 | 11 44 | 18 33 | 0 06 | 7 38 | |
| 16 | Sz | | 107 | 4 54 | 11 44 | 18 34 | 1 02 | 8 50 | |
| 17 | Cs | | 108 | 4 53 | 11 44 | 18 35 | 1 44 | 10 10 | ☾ 10 07 |
| 18 | P | | 109 | 4 51 | 11 43 | 18 37 | 2 16 | 11 33 | |
| 19 | Sz | | 110 | 4 49 | 11 43 | 18 38 | 2 40 | 12 56 | |
| 20 | V | | 111 | 4 47 | 11 43 | 18 40 | 3 00 | 14 17 | |
| 21 | H | 17 | 112 | 4 45 | 11 43 | 18 41 | 3 17 | 15 36 | |
| 22 | K | | 113 | 4 43 | 11 43 | 18 42 | 3 35 | 16 52 | |
| 23 | Sz | | 114 | 4 42 | 11 42 | 18 44 | 3 52 | 18 12 | |
| 24 | Cs | | 115 | 4 40 | 11 42 | 18 45 | 4 12 | 19 30 | ☾ 8 27 |
| 25 | P | | 116 | 4 38 | 11 42 | 18 47 | 4 47 | 20 47 | |
| 26 | Sz | 18 | 117 | 4 36 | 11 42 | 18 48 | 5 07 | 21 58 | |
| 27 | V | | 118 | 4 34 | 11 42 | 18 50 | 5 46 | 23 00 | |
| 28 | H | | 119 | 4 32 | 11 42 | 18 51 | 6 35 | 23 51 | |
| 29 | K | | 120 | 4 31 | 11 41 | 18 52 | 7 33 | — — | |
| 30 | Sz | | 121 | 4 29 | 11 41 | 18 54 | 8 38 | 0 20 | |

Hold: 3-án 19-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'46", '5.
 18-án 9h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'09", '4.

H Ó N A P

| On világidőkor | | | | | | |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Julián dátum | Csillag-idő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szczeniója | dekli- nációja | látszó- lagos sugara | rekta- szczeniója | dekli- nációja |
| 2434.. | h m s | h m | 0 ' " | ' " | h m | 0 ' " |
| 103 | 12 37 10,6 | 0 41,2 | + 4 26 | 16 01,7 | 5 43 | + 28 02 |
| 104 | 12 41 07,2 | 0 44,9 | 4 49 | 16 01,4 | 6 37 | 27 15 |
| 105 | 12 45 03,7 | 0 48,5 | 5 12 | 16 01,1 | 7 29 | 25 13 |
| 106 | 12 49 00,3 | 0 52,2 | 5 35 | 16 01,0 | 8 19 | 22 06 |
| 107 | 12 52 56,8 | 0 55,8 | 5 58 | 16 00,6 | 9 08 | 18 05 |
| 108 | 12 56 53,4 | 0 59,5 | 6 21 | 16 00,4 | 9 52 | 13 19 |
| 109 | 13 00 49,9 | 1 03,1 | 6 44 | 16 00,1 | 10 37 | 8 00 |
| 110 | 13 04 46,5 | 1 06,8 | 7 06 | 15 59,8 | 11 21 | + 2 17 |
| 111 | 13 08 43,0 | 1 10,4 | 7 29 | 15 59,5 | 12 05 | - 3 38 |
| 112 | 13 12 39,6 | 1 14,1 | 7 51 | 15 59,2 | 12 52 | 9 32 |
| 113 | 13 16 36,1 | 1 17,8 | + 8 13 | 15 59,0 | 13 04 | - 15 09 |
| 114 | 13 20 32,7 | 1 21,5 | 8 35 | 15 58,7 | 14 33 | 20 09 |
| 115 | 13 24 29,2 | 1 25,1 | 8 57 | 15 58,4 | 15 29 | 24 11 |
| 116 | 13 28 25,8 | 1 28,1 | 9 19 | 15 58,1 | 16 29 | 26 52 |
| 117 | 13 32 22,3 | 1 32,5 | 9 40 | 15 57,9 | 17 32 | 27 55 |
| 118 | 13 36 18,9 | 1 36,2 | 10 01 | 15 57,6 | 18 35 | 27 11 |
| 119 | 13 40 15,5 | 1 39,9 | 10 23 | 15 57,4 | 19 37 | 24 41 |
| 120 | 13 44 12,0 | 1 43,6 | 10 45 | 15 57,1 | 20 36 | 20 41 |
| 121 | 13 48 08,6 | 1 47,3 | 11 05 | 15 56,8 | 21 31 | 15 29 |
| 122 | 13 52 05,1 | 1 51,1 | 11 25 | 15 56,5 | 22 24 | 9 29 |
| 123 | 13 56 01,7 | 1 54,8 | + 11 46 | 15 56,3 | 23 15 | - 3 01 |
| 124 | 13 59 58,2 | 1 58,5 | 12 06 | 15 56,0 | 0 04 | + 3 31 |
| 125 | 14 03 54,8 | 2 02,3 | 12 26 | 15 55,8 | 0 54 | 9 50 |
| 126 | 14 07 51,3 | 2 06,0 | 12 46 | 15 55,5 | 1 45 | 15 35 |
| 127 | 14 11 47,9 | 2 09,8 | 13 06 | 15 55,2 | 2 37 | 20 28 |
| 128 | 14 15 44,4 | 2 13,6 | 13 26 | 15 55,0 | 3 31 | 24 15 |
| 129 | 14 19 41,0 | 2 17,4 | 13 45 | 15 54,7 | 4 27 | 26 44 |
| 130 | 14 23 37,6 | 2 21,2 | 14 04 | 15 54,5 | 5 23 | 27 48 |
| 131 | 14 27 34,1 | 2 24,9 | 14 23 | 15 54,3 | 6 18 | 27 27 |
| 132 | 14 31 30,7 | 2 28,8 | 14 41 | 15 54,0 | 7 11 | 25 49 |

I. M Á J U S

| Datum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug-szik | kel | nyug-szik | | |
| 1 | Cs | (18) | 122 | h m | h m | h m | h m | h m | D 4 58 | |
| 2 | P | | 123 | 4 28 | 11 41 | 18 55 | 9 45 | 1 00 | | |
| 3 | Sz | | 124 | 4 26 | 11 41 | 18 56 | 10 54 | 1 24 | | |
| 4 | V | | 125 | 4 25 | 11 41 | 18 58 | 12 02 | 1 43 | | |
| 5 | H | 19 | 126 | 4 23 | 11 41 | 18 59 | 13 10 | 2 00 | | |
| 6 | K | | 127 | 4 22 | 11 41 | 19 01 | 14 18 | 2 15 | | |
| 7 | Sz | | 128 | 4 20 | 11 41 | 19 02 | 15 28 | 2 30 | | |
| 8 | Cs | | 129 | 4 18 | 11 40 | 19 03 | 16 41 | 2 46 | | |
| 9 | P | | 130 | 4 17 | 11 40 | 19 04 | 17 53 | 3 04 | D 21 16 | |
| 10 | Sz | | 131 | 4 15 | 11 40 | 19 06 | 19 18 | 3 25 | | |
| | | | | 4 14 | 11 40 | 19 07 | 20 39 | 3 55 | | |
| 11 | V | 20 | 132 | 4 12 | 11 40 | 19 09 | 21 53 | 4 34 | | |
| 12 | H | | 133 | 4 11 | 11 40 | 19 10 | 22 55 | 5 29 | | |
| 13 | K | | 134 | 4 10 | 11 40 | 19 11 | 23 43 | 6 39 | | |
| 14 | Sz | | 135 | 4 08 | 11 40 | 19 12 | — | 7 59 | | |
| 15 | Cs | | 136 | 4 07 | 11 40 | 19 14 | 0 18 | 9 23 | E 15 39 | |
| 16 | P | | 137 | 4 06 | 11 40 | 19 15 | 0 44 | 10 45 | | |
| 17 | Sz | | 138 | 4 05 | 11 40 | 19 16 | 1 05 | 12 05 | | |
| 18 | V | 21 | 139 | 4 03 | 11 40 | 19 18 | 1 24 | 13 24 | | |
| 19 | H | | 140 | 4 02 | 11 40 | 19 19 | 1 40 | 14 40 | | |
| 20 | K | | 141 | 4 01 | 11 40 | 19 20 | 1 58 | 15 56 | | |
| | | | | | | | | | | |
| 21 | Sz | | 142 | 4 00 | 11 40 | 19 21 | 2 16 | 17 13 | D 20 18 | |
| 22 | Cs | | 143 | 3 59 | 11 40 | 19 22 | 2 38 | 18 28 | | |
| 23 | P | | 144 | 3 58 | 11 41 | 19 23 | 3 07 | 19 42 | | |
| 24 | Sz | | 145 | 3 57 | 11 41 | 19 25 | 3 42 | 20 48 | | |
| 25 | V | 22 | 146 | 3 56 | 11 41 | 19 26 | 4 28 | 21 42 | | |
| 26 | H | | 147 | 3 55 | 11 41 | 19 27 | 5 22 | 22 25 | | |
| 27 | K | | 148 | 3 54 | 11 41 | 19 28 | 6 25 | 23 00 | | |
| 28 | Sz | | 149 | 3 53 | 11 41 | 19 29 | 7 32 | 23 26 | | |
| 29 | Cs | | 150 | 3 52 | 11 41 | 19 30 | 8 40 | 23 47 | D 21 46 | |
| 30 | P | | 151 | 3 52 | 11 41 | 19 31 | 9 48 | — | | |
| 31 | Sz | | 152 | 3 51 | 11 41 | 19 32 | 10 52 | 0 05 | | |

Hold 1-én 15^h-kor földtávolban, látászólagos sugara: 14' 47".
 13-án 21^h-kor földközeli, látászólagos sugara: 16' 15".
 29-én 9^h-kor földtávolban, látászólagos sugara: 14' 45".

H Ó N A P

| 0h világidőkor | | | | | | |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Julián dátum | Csillag-idő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szczeniója | dekli- nációja | látszó- lagos sugara | rekta- szczeniója | dekli- nációja |
| 2434... | h m s | h m | 0 ' " | ' " | h m | 0 ' " |
| 133 | 14 35 27,2 | 2 32,6 | +15 00 | 15 53,8 | 8 02 | +23 02 |
| 134 | 14 39 2,8 | 2 36,4 | 15 18 | 15 53,6 | 8 50 | 19 18 |
| 135 | 14 43 20,4 | 2 40,2 | 15 36 | 15 53,3 | 9 37 | 14 49 |
| 136 | 14 47 16,9 | 2 44,1 | 15 53 | 15 53,1 | 10 21 | -9 43 |
| 137 | 14 51 13,5 | 2 47,9 | 16 11 | 15 52,9 | 11 05 | 4 12 |
| 138 | 14 55 10,0 | 2 51,8 | 16 28 | 15 52,6 | 11 49 | -1 36 |
| 139 | 14 59 06,6 | 2 55,6 | 16 44 | 15 52,4 | 12 34 | 7 29 |
| 140 | 15 03 03,1 | 2 59,5 | 17 01 | 15 52,2 | 13 22 | 13 12 |
| 141 | 15 06 59,7 | 3 03,4 | 17 17 | 15 52,0 | 14 14 | 18 28 |
| 142 | 15 10 56,2 | 3 07,3 | 17 33 | 15 51,8 | 15 10 | 22 54 |
| 143 | 15 14 52,8 | 3 11,2 | 17 49 | 15 51,5 | 16 10 | 26 05 |
| 144 | 15 18 49,3 | 3 15,1 | 18 4 | 15 51,3 | 17 14 | 27 39 |
| 145 | 15 22 45,9 | 3 19,0 | 18 19 | 15 51,1 | 18 18 | 27 21 |
| 146 | 15 26 42,5 | 3 23,0 | 18 34 | 15 50,9 | 19 22 | 25 13 |
| 147 | 15 30 39,0 | 3 26,9 | 18 48 | 15 50,7 | 20 22 | 21 23 |
| 148 | 15 34 35,6 | 3 30,8 | 19 02 | 15 50,5 | 21 19 | 16 30 |
| 149 | 15 38 32,1 | 3 34,8 | 19 16 | 15 50,3 | 22 12 | 10 40 |
| 150 | 15 42 28,7 | 3 38,8 | 19 29 | 15 50,1 | 23 02 | 4 23 |
| 151 | 15 46 25,2 | 3 42,8 | 19 43 | 15 49,9 | 23 51 | +2 01 |
| 152 | 15 50 21,8 | 3 46,8 | 19 55 | 15 49,7 | 0 40 | 8 15 |
| 153 | 15 54 18,4 | 3 50,8 | 20 08 | 15 49,5 | 1 29 | 14 02 |
| 154 | 15 58 14,9 | 3 54,8 | 20 20 | 15 49,3 | 2 20 | 19 05 |
| 155 | 16 02 11,5 | 3 58,8 | 20 32 | 15 49,2 | 3 13 | 23 08 |
| 156 | 16 06 08,0 | 4 02,8 | 20 43 | 15 49,0 | 4 03 | 25 59 |
| 157 | 16 10 04,6 | 4 06,8 | 20 54 | 15 48,8 | 5 04 | 27 29 |
| 158 | 16 14 01,1 | 4 10,9 | 21 05 | 15 48,6 | 6 00 | 27 34 |
| 159 | 16 17 57,7 | 4 14,9 | 21 15 | 15 48,5 | 6 54 | 26 18 |
| 160 | 16 21 54,3 | 4 19,0 | 21 25 | 15 48,3 | 7 46 | 23 50 |
| 161 | 16 25 50,8 | 4 23,1 | 21 35 | 15 48,2 | 8 35 | 20 22 |
| 162 | 16 29 47,4 | 4 27,1 | 21 44 | 15 48,0 | 9 21 | 16 06 |
| 163 | 16 33 43,9 | 4 31,2 | 21 53 | 15 47,9 | 10 06 | 11 14 |

I. JÚNIUS

| Datum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug-szik | kel | nyug-szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | V | (22) | 153 | 3 51 | 11 42 | 19 33 | 12 01 | 0 20 | | |
| 2 | H | 23 | 154 | 3 50 | 11 42 | 19 34 | 3 09 | 0 34 | | |
| 3 | K | | 155 | 3 50 | 11 42 | 19 35 | 14 19 | 0 50 | | |
| 4 | Sz | | 156 | 3 49 | 11 42 | 19 36 | 15 33 | 1 06 | | |
| 5 | Cs | | 157 | 3 48 | 11 42 | 19 37 | 16 52 | 1 26 | | |
| 6 | P | | 158 | 3 48 | 11 42 | 19 38 | 18 13 | 1 52 | | |
| 7 | Sz | | 159 | 3 48 | 11 43 | 19 38 | 19 33 | 2 26 | | |
| 8 | V | | 160 | 3 48 | 11 43 | 19 39 | 20 42 | 3 14 | ☉ 6 07 | |
| 9 | H | 24 | 161 | 3 47 | 11 43 | 19 40 | 21 36 | 4 20 | | |
| 10 | K | | 162 | 3 47 | 11 43 | 19 41 | 22 17 | 5 39 | | |
| 11 | Sz | | 163 | 3 47 | 11 43 | 19 41 | 22 47 | 7 05 | | |
| 12 | Cs | | 164 | 3 46 | 11 44 | 19 42 | 23 10 | 8 31 | | |
| 13 | P | | 165 | 3 46 | 11 44 | 19 42 | 23 29 | 9 54 | | |
| 14 | Sz | | 166 | 3 46 | 11 44 | 19 43 | 23 47 | 11 14 | ☉ 21 28 | |
| 15 | V | | 167 | 3 46 | 11 44 | 19 43 | — | 12 30 | | |
| 16 | H | 25 | 168 | 3 46 | 11 44 | 19 44 | 0 03 | 13 46 | | |
| 17 | K | | 169 | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 0 22 | 15 02 | | |
| 18 | Sz | | 170 | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 0 41 | 16 17 | | |
| 19 | Cs | | 171 | 3 46 | 11 45 | 19 45 | 1 08 | 17 30 | | |
| 20 | P | | 172 | 3 46 | 11 45 | 19 45 | 1 41 | 18 39 | | |
| 21 | Sz | | 173 | 3 46 | 11 45 | 19 45 | 2 22 | 19 37 | | |
| 22 | V | | 174 | 3 47 | 11 46 | 19 45 | 3 15 | 20 24 | ☉ 9 45 | |
| 23 | H | 26 | 175 | 3 47 | 11 46 | 19 46 | 4 14 | 21 01 | | |
| 24 | K | | 176 | 3 47 | 11 46 | 19 46 | 5 20 | 21 29 | | |
| 25 | Sz | | 177 | 3 47 | 11 46 | 19 46 | 6 28 | 21 52 | | |
| 26 | Cs | | 178 | 3 48 | 11 47 | 19 46 | 7 36 | 22 09 | | |
| 27 | P | | 179 | 3 48 | 11 47 | 19 46 | 8 42 | 22 25 | | |
| 28 | Sz | | 180 | 3 48 | 11 47 | 19 46 | 9 48 | 22 40 | | |
| 29 | V | | 181 | 3 49 | 11 47 | 19 46 | 10 55 | 22 54 | | |
| 30 | H | 27 | 182 | 3 49 | 11 47 | 19 46 | 12 02 | 23 10 | ☉ 14 11 | |

Nyár kezdete: 21-én 12h 13m-kor.

Hold: 10-én 8h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16' 28''.9.

26-án 0h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14' 43''.6.

H Ó N A P

| 0 ^h világidőkor | | | | | | |
|----------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|
| Julián dátum | Csillag- idő ($\lambda = 0^{\circ}$ - nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szczenziója | dekli- nációja | látszó- lagos sugara | rekta- szczenziója | dekli- nációja |
| 2434... | h m s | h m | 0 ' ' " | ' " | h m | 0 ' " |
| 164 | 16 37 40,5 | 4 35,3 | +22 01 | 15 47,8 | 10 49 | + 5 54 |
| 165 | 16 41 37,0 | 4 39,4 | 22 09 | 15 47,6 | 11 33 | 0 17 |
| 166 | 16 45 33,7 | 4 43,5 | 22 17 | 15 47,5 | 12 17 | - 5 29 |
| 167 | 16 49 30,2 | 4 47,6 | 22 24 | 15 47,4 | 13 03 | 11 11 |
| 168 | 16 53 26,7 | 4 51,7 | 22 31 | 15 47,2 | 13 53 | 16 35 |
| 169 | 16 57 23,3 | 4 55,8 | 22 38 | 15 47,1 | 14 47 | 21 19 |
| 170 | 17 01 19,8 | 5 00,0 | 22 44 | 15 47,0 | 15 46 | 25 01 |
| 171 | 17 05 16,4 | 5 04,1 | 22 49 | 15 46,9 | 16 49 | 27 13 |
| 172 | 17 09 12,9 | 5 08,2 | 22 55 | 15 46,8 | 17 55 | 27 35 |
| 173 | 17 13 09,5 | 5 12,4 | 23 00 | 15 46,7 | 19 05 | 25 59 |
| 174 | 17 17 06,1 | 5 16,5 | +23 04 | 15 46,6 | 20 04 | -22 34 |
| 175 | 17 21 02,7 | 5 20,6 | 23 08 | 15 46,5 | 21 04 | 17 45 |
| 176 | 17 24 59,2 | 5 24,8 | 33 12 | 15 46,4 | 21 59 | 11 57 |
| 177 | 17 28 55,8 | 5 28,9 | 23 15 | 15 46,3 | 22 50 | 5 39 |
| 178 | 17 32 52,3 | 5 33,1 | 23 18 | 15 46,2 | 23 40 | + 0 48 |
| 179 | 17 36 48,9 | 5 37,3 | 23 21 | 15 46,1 | 0 29 | 7 05 |
| 180 | 17 40 45,4 | 5 41,4 | 23 23 | 15 46,0 | 1 17 | 12 55 |
| 181 | 17 44 42,0 | 5 45,6 | 23 24 | 15 45,9 | 2 08 | 18 04 |
| 182 | 17 48 38,5 | 5 49,7 | 23 26 | 15 45,8 | 2 59 | 22 18 |
| 183 | 17 52 35,1 | 5 53,9 | 23 26 | 15 45,8 | 3 53 | 25 24 |
| 184 | 17 56 31,7 | 5 58,1 | +23 27 | 15 45,7 | 4 48 | +27 13 |
| 185 | 18 00 28,2 | 6 02,2 | 23 27 | 15 45,6 | 5 44 | 27 39 |
| 186 | 18 04 24,8 | 6 06,4 | 23 26 | 15 45,6 | 6 38 | 26 43 |
| 187 | 18 08 21,3 | 6 10,5 | 23 26 | 15 45,5 | 7 31 | 24 33 |
| 188 | 18 12 17,9 | 6 14,7 | 23 24 | 15 45,5 | 8 21 | 21 20 |
| 189 | 18 16 14,5 | 6 18,8 | 23 23 | 15 45,5 | 9 08 | 17 15 |
| 190 | 18 20 11,0 | 6 23,0 | 23 21 | 15 45,4 | 9 53 | 12 32 |
| 191 | 18 24 07,6 | 6 27,2 | 23 18 | 15 45,4 | 10 36 | 7 21 |
| 192 | 18 28 04,1 | 6 31,3 | 23 15 | 15 45,4 | 11 19 | 1 52 |
| 193 | 18 32 00,7 | 6 35,4 | 23 12 | 15 45,4 | 12 02 | - 3 46 |

I. J Ú L I U S

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | | A HOLD fényvált. azsól |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|------|---------------------------|
| | | | | B u d a p e s t e n | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | K | (27) | 183 | 3 49 | 11 48 | 19 45 | 13 13 | 23 27 | | |
| 2 | Sz | | 184 | 3 50 | 11 48 | 19 45 | 14 28 | 23 50 | | |
| 3 | Cs | | 185 | 3 51 | 11 48 | 19 45 | 15 46 | — — | | |
| 4 | P | | 186 | 3 52 | 11 48 | 19 44 | 17 06 | 0 20 | | |
| 5 | Sz | | 187 | 3 53 | 11 48 | 19 44 | 18 21 | 1 00 | | |
| 6 | V | | 188 | 3 53 | 11 48 | 19 43 | 19 23 | 1 56 | | |
| 7 | H | | 28 | 189 | 3 54 | 11 49 | 19 43 | 20 11 | 3 10 | 13 33 |
| 8 | K | | 190 | 3 55 | 11 49 | 19 42 | 20 46 | 4 36 | | |
| 9 | Sz | | 191 | 3 56 | 11 49 | 19 42 | 21 12 | 6 05 | | |
| 10 | Cs | | 192 | 3 57 | 11 49 | 19 41 | 21 34 | 7 33 | | |
| 11 | P | | 193 | 3 58 | 11 49 | 19 40 | 21 52 | 8 57 | | |
| 12 | Sz | | 194 | 3 59 | 11 49 | 19 40 | 22 09 | 10 12 | | |
| 13 | V | | 195 | 4 00 | 11 49 | 19 39 | 22 28 | 11 36 | | |
| 14 | H | 29 | 196 | 4 01 | 11 50 | 19 38 | 2 49 | 12 32 | 4 42 | |
| 15 | K | | 197 | 4 02 | 11 50 | 19 37 | 23 12 | 14 08 | | |
| 16 | Sz | | 198 | 4 03 | 11 50 | 19 37 | 23 46 | 15 22 | | |
| 17 | Cs | | 199 | 4 03 | 11 50 | 19 36 | — — | 16 31 | | |
| 18 | P | | 200 | 4 04 | 11 50 | 19 35 | 0 20 | 17 32 | | |
| 19 | Sz | | 201 | 4 05 | 11 50 | 19 34 | 1 08 | 18 23 | | |
| 20 | V | | 202 | 4 07 | 11 50 | 19 33 | 2 06 | 18 55 | | |
| 21 | H | 30 | 203 | 4 08 | 11 50 | 19 32 | 3 10 | 19 32 | | |
| 22 | K | | 204 | 4 09 | 11 50 | 19 31 | 4 18 | 19 56 | 0 30 | |
| 23 | Sz | | 205 | 4 10 | 11 50 | 19 30 | 5 26 | 20 16 | | |
| 24 | Cs | | 206 | 4 11 | 11 50 | 19 29 | 6 33 | 20 32 | | |
| 25 | P | | 207 | 4 12 | 11 50 | 19 28 | 7 39 | 20 48 | | |
| 26 | Sz | | 208 | 4 14 | 11 50 | 19 27 | 8 44 | 21 00 | | |
| 27 | V | | 209 | 4 16 | 11 50 | 19 25 | 9 51 | 21 15 | | |
| 28 | H | 31 | 210 | 4 16 | 11 50 | 19 24 | 10 59 | 21 32 | | |
| 29 | K | | 211 | 4 17 | 11 50 | 19 23 | 12 11 | 21 50 | | |
| 30 | Sz | | 212 | 4 18 | 11 50 | 19 22 | 13 26 | 22 16 | 2 51 | |
| 31 | Cs | | 213 | 4 19 | 11 50 | 19 20 | 14 43 | 23 47 | | |

Nap 3-án 3h 33m-kor földtávolban.

Hold 8-án 12h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16' 39' 7.

23-án 9h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14' 42' 1.

H Ó N A P

| 0h világidőkor | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Julian dátum | Csillag- idő ($\lambda = 0^\circ$ - nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szcenziója | dekli- nációja | látszó- lagos sugara | rekta- szcenziója | dekli- nációja |
| 2434... | h m s | h m | 0 ' " | ' " | h m | 0 ' " |
| 194 | 18 35 57,2 | 6 39,6 | +23 08 | 15 45,4 | 12 46 | - 9 24 |
| 195 | 18 39 53,8 | 6 43,7 | 23 04 | 15 45,4 | 13 33 | 14 47 |
| 196 | 18 43 50,3 | 6 47,8 | 22 59 | 15 45,4 | 14 25 | 19 42 |
| 197 | 18 47 47,9 | 6 52,0 | 22 55 | 15 45,4 | 15 21 | 23 46 |
| 198 | 18 51 44,5 | 6 56,1 | 22 49 | 15 45,4 | 16 21 | 26 34 |
| 199 | 18 55 40,0 | 7 00,2 | 22 44 | 15 45,4 | 17 27 | 27 42 |
| 200 | 18 59 36,6 | 7 04,4 | 22 37 | 15 45,4 | 18 3 | 26 52 |
| 201 | 19 03 33,2 | 7 08,4 | 22 31 | 15 45,4 | 19 39 | 24 05 |
| 202 | 19 07 29,7 | 7 12,5 | 22 24 | 15 45,4 | 20 41 | 19 37 |
| 203 | 19 11 26,3 | 7 16,6 | 22 17 | 15 45,4 | 21 40 | 13 55 |
| 204 | 19 15 23,8 | 7 20,7 | +22 09 | 15 45,5 | 22 34 | - 7 31 |
| 205 | 19 19 19,4 | 7 24,8 | 22 01 | 15 45,5 | 23 26 | 0 52 |
| 206 | 19 23 15,9 | 7 28,8 | 21 53 | 15 45,5 | 0 16 | + 5 39 |
| 207 | 19 27 12,5 | 7 32,9 | 21 44 | 15 45,6 | 1 05 | 11 44 |
| 208 | 19 31 09,1 | 7 36,9 | 21 35 | 15 45,6 | 1 56 | 17 07 |
| 209 | 19 35 05,6 | 7 41,0 | 21 25 | 15 45,6 | 2 47 | 21 34 |
| 210 | 19 39 02,2 | 7 45,0 | 21 15 | 15 45,7 | 3 41 | 24 55 |
| 211 | 19 42 58,7 | 7 49,0 | 21 05 | 15 45,7 | 4 35 | 27 00 |
| 212 | 19 46 55,3 | 7 53,1 | 20 54 | 15 45,8 | 5 30 | 27 44 |
| 213 | 19 50 51,9 | 7 57,1 | 20 43 | 15 45,9 | 6 25 | 27 07 |
| 214 | 19 54 48,4 | 8 01,1 | +20 32 | 15 45,9 | 7 17 | +25 14 |
| 215 | 19 58 45,0 | 8 05,1 | 20 20 | 15 46,0 | 8 08 | 22 14 |
| 216 | 20 02 41,5 | 8 09,0 | 20 08 | 15 46,1 | 8 56 | 18 21 |
| 217 | 20 06 38,1 | 8 13,0 | 19 56 | 15 46,2 | 9 41 | 13 45 |
| 218 | 20 10 34,6 | 8 17,0 | 19 43 | 15 46,3 | 10 24 | 8 40 |
| 219 | 20 14 31,2 | 8 20,9 | 19 30 | 15 46,4 | 11 07 | 3 14 |
| 220 | 20 18 27,7 | 8 24,9 | 19 17 | 15 46,5 | 11 50 | - 2 20 |
| 221 | 20 22 24,3 | 8 28,8 | 19 03 | 15 46,6 | 12 33 | 7 55 |
| 222 | 20 26 20,8 | 8 32,7 | 18 50 | 15 46,7 | 13 18 | 13 18 |
| 223 | 20 30 17,4 | 8 36,6 | 18 35 | 15 46,8 | 14 07 | 18 16 |
| 224 | 20 34 13,9 | 8 40,5 | +18 21 | 15 46,9 | 15 00 | -22 32 |

I. A U G U S Z T U S

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Közép-európai zónaidőben | | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|--------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|---------|--------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | P | (31) | 214 | 4 21 | 11 50 | 19 19 | 15 58 | 23 38 | | |
| 2 | Sz | | 215 | 4 22 | 11 50 | 19 18 | 17 06 | — — | | |
| 3 | V | | 216 | 4 23 | 11 50 | 19 16 | 17 59 | 0 42 | | |
| 4 | H | 32 | 217 | 4 25 | 11 50 | 19 19 | 18 40 | 2 03 | | |
| 5 | K | | 218 | 4 26 | 11 50 | 19 13 | 19 11 | 4 30 | ☾ 20 40 | |
| 6 | Sz | | 219 | 4 27 | 11 50 | 19 12 | 19 35 | 5 00 | | |
| 7 | Cs | | 220 | 4 28 | 11 50 | 19 10 | 19 55 | 6 29 | | |
| 8 | P | | 221 | 4 30 | 11 50 | 19 09 | 20 14 | 7 52 | | |
| 9 | Sz | | 222 | 4 31 | 11 49 | 19 07 | 20 32 | 9 14 | | |
| 10 | V | | 223 | 4 33 | 11 49 | 19 05 | 20 52 | 10 35 | | |
| 11 | H | 33 | 224 | 4 34 | 11 49 | 19 03 | 21 15 | 11 54 | | |
| 12 | K | | 225 | 4 35 | 11 49 | 19 02 | 21 43 | 13 10 | ☾ 14 27 | |
| 13 | Sz | | 226 | 4 37 | 11 49 | 19 01 | 22 19 | 14 22 | | |
| 14 | Cs | | 227 | 4 38 | 11 49 | 18 59 | 23 05 | 15 27 | | |
| 15 | P | | 228 | 4 39 | 11 48 | 18 57 | 23 59 | 16 21 | | |
| 16 | Sz | | 229 | 4 40 | 11 48 | 18 55 | — — | 7 03 | | |
| 17 | V | | 230 | 4 42 | 11 48 | 18 53 | 1 01 | 17 06 | | |
| 18 | H | 34 | 231 | 4 43 | 11 48 | 18 51 | 2 08 | 18 02 | | |
| 19 | K | | 232 | 4 45 | 11 48 | 18 49 | 3 16 | 18 22 | | |
| 20 | Sz | | 233 | 4 46 | 11 47 | 18 48 | 4 24 | 18 40 | ☾ 16 20 | |
| 21 | Cs | | 234 | 4 48 | 11 47 | 18 46 | 5 30 | 18 55 | | |
| 22 | P | | 235 | 4 49 | 11 47 | 18 45 | 6 36 | 19 09 | | |
| 23 | Sz | | 236 | 4 50 | 11 47 | 18 43 | 7 42 | 19 23 | | |
| 24 | V | | 237 | 4 51 | 11 46 | 18 41 | 8 50 | 19 40 | | |
| 25 | H | 35 | 238 | 4 53 | 11 46 | 18 39 | 10 00 | 19 57 | | |
| 26 | K | | 239 | 4 54 | 11 46 | 18 37 | 11 11 | 20 20 | | |
| 27 | Sz | | 240 | 4 50 | 11 46 | 18 35 | 12 27 | 20 49 | | |
| 28 | Cs | | 241 | 4 57 | 11 45 | 18 33 | 13 41 | 21 30 | ☾ 13.03 | |
| 29 | P | | 242 | 4 58 | 11 45 | 18 31 | 14 50 | 22 25 | | |
| 30 | Sz | | 243 | 4 59 | 11 45 | 18 29 | 15 49 | 23 36 | | |
| 31 | V | | 244 | 5 01 | 11 44 | 18 27 | 16 34 | — — | | |

Hold: 5-én 21h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16' 43''.9.
 19-én 12h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14' 42''.1.

H Ó N A P

| 0h világidőkor | | | | | | |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Julián dátum | Csillag-idő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | A N A P | | | A H O L D | |
| | | rekta- szcenziója | dekli- nációja | lát-zó- lagos sugara | rekta- szcenziója | dekli- nációja |
| 2434... | h m s | h m | 0 ' ' " | ' " | h m | h ' " |
| 225 | 20 38 10,5 | 8 44,4 | +18 06 | 15 47,0 | 15 57 | -25 45 |
| 226 | 20 42 07,1 | 8 48,3 | 17 51 | 15 47,2 | 16 59 | 27 32 |
| 227 | 20 46 04,6 | 8 52,2 | 17 35 | 15 47,3 | 18 04 | 27 32 |
| 228 | 20 50 00,2 | 8 56,0 | 17 19 | 15 47,3 | 19 10 | 25 35 |
| 229 | 20 53 56,8 | 9 59,9 | 17 03 | 15 47,6 | 20 14 | 21 48 |
| 230 | 20 57 53,3 | 9 03,7 | 16 47 | 15 47,7 | 21 15 | 16 31 |
| 231 | -20 01 49,9 | 9 07,5 | 16 31 | 15 47,9 | 22 12 | 10 13 |
| 232 | 21 05 46,5 | 9 11,4 | 16 14 | 15 48,0 | 23 06 | 3 24 |
| 233 | 21 09 43,0 | 9 15,2 | 15 57 | 15 48,1 | 23 48 | + 3 26 |
| 234 | 21 13 39,6 | 9 19,0 | 15 39 | 15 48,3 | 0 49 | 9 54 |
| 235 | 21 17 36,1 | 9 22,8 | +15 22 | 15 48,4 | 1 40 | +15 42 |
| 236 | 21 21 32,7 | 9 26,5 | 15 04 | 15 48,6 | 2 33 | 20 33 |
| 237 | 21 25 29,2 | 9 30,3 | 14 46 | 15 48,8 | 3 27 | 24 15 |
| 238 | 21 29 25,8 | 9 34,1 | 14 28 | 15 48,9 | 4 22 | 25 40 |
| 239 | 21 33 22,3 | 9 37,8 | 14 09 | 15 49,1 | 5 17 | 27 44 |
| 240 | 21 37 18,9 | 9 41,6 | 13 50 | 15 49,3 | 6 12 | 27 25 |
| 241 | 21 41 15,4 | 9 45,3 | 13 31 | 15 49,4 | 7 05 | 25 50 |
| 242 | 21 45 12,0 | 9 49,1 | 13 12 | 15 49,6 | 7 56 | 23 06 |
| 243 | 21 49 08,6 | 9 52,8 | 12 53 | 15 49,8 | 8 44 | 19 24 |
| 244 | 21 53 05,1 | 9 56,5 | 12 33 | 15 50,0 | 9 30 | 14 58 |
| 245 | 21 57 01,7 | 10 00,2 | +12 13 | 15 50,2 | 10 14 | + 9 58 |
| 246 | 22 00 58,2 | 10 03,9 | 11 53 | 15 50,4 | 10 57 | 4 35 |
| 247 | 22 04 54,8 | 10 07,6 | 11 33 | 15 50,6 | 11 39 | - 0 59 |
| 248 | 22 08 51,3 | 10 11,3 | 11 12 | 15 50,8 | 12 22 | 6 35 |
| 249 | 22 12 47,9 | 10 14,9 | 10 52 | 15 51,0 | 13 07 | 12 00 |
| 250 | 22 16 44,4 | 10 18,6 | 10 31 | 15 51,2 | 13 54 | 17 03 |
| 251 | 22 20 41,0 | 10 22,3 | 10 10 | 15 51,4 | 14 45 | 21 27 |
| 252 | 22 24 37,5 | 10 25,9 | 9 49 | 15 51,6 | 15 39 | 24 55 |
| 253 | 22 28 34,1 | 10 29,6 | 9 28 | 15 51,9 | 16 38 | 27 07 |
| 254 | 22 32 30,6 | 10 33,2 | 9 07 | 15 52,1 | 17 40 | 27 45 |
| 255 | 22 36 27,2 | 10 36,9 | + 8 45 | 15 52,3 | 18 44 | -26 35 |

I. S Z E P T E M B E R

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | |
| 1 | H | 36 | 245 | 5 02 | 11 44 | 18 25 | 17 09 | 0 57 | 4 19 |
| 2 | K | | 246 | 5 03 | 11 44 | 18 24 | 17 35 | 2 26 | |
| 3 | Sz | | 247 | 5 05 | 11 43 | 18 22 | 17 56 | 3 54 | |
| 4 | Cs | | 248 | 5 06 | 11 43 | 18 19 | 18 15 | 5 21 | |
| 5 | P | 37 | 249 | 5 07 | 11 43 | 18 17 | 18 34 | 6 45 | 8 22 |
| 6 | Sz | | 250 | 5 08 | 11 40 | 18 15 | 18 51 | 8 08 | |
| 7 | V | | 251 | 5 10 | 11 42 | 18 13 | 19 17 | 9 30 | |
| 8 | H | | 252 | 5 12 | 11 42 | 18 11 | 19 43 | 10 52 | |
| 9 | K | 38 | 253 | 5 13 | 11 41 | 18 09 | 20 17 | 12 07 | 21 31 |
| 10 | Sz | | 254 | 5 14 | 11 41 | 18 07 | 21 00 | 13 16 | |
| 11 | Cs | | 255 | 5 15 | 11 41 | 18 05 | 22 21 | 14 15 | |
| 12 | P | | 256 | 5 17 | 11 40 | 18 03 | 23 22 | 15 02 | |
| 13 | Sz | 39 | 257 | 5 18 | 11 40 | 18 01 | 23 58 | 15 38 | 8 22 |
| 14 | V | | 258 | 5 19 | 11 40 | 17 59 | — | 16 06 | |
| 15 | H | | 259 | 5 21 | 11 38 | 17 57 | 1 06 | 16 27 | |
| 16 | K | | 260 | 5 22 | 11 39 | 17 55 | 2 13 | 16 46 | |
| 17 | Sz | 40 | 261 | 5 23 | 11 39 | 17 53 | 3 21 | 17 02 | 21 31 |
| 18 | Cs | | 262 | 5 25 | 11 38 | 17 51 | 4 27 | 17 16 | |
| 19 | P | | 263 | 5 26 | 11 38 | 17 49 | 5 34 | 17 32 | |
| 20 | Sz | | 264 | 5 28 | 11 38 | 17 47 | 6 41 | 17 48 | |
| 21 | V | 39 | 265 | 5 29 | 11 37 | 17 45 | 7 50 | 18 04 | 21 31 |
| 22 | H | | 266 | 5 30 | 11 37 | 17 43 | 9 02 | 18 25 | |
| 23 | K | | 267 | 5 31 | 11 37 | 17 41 | 10 16 | 18 53 | |
| 24 | Sz | | 268 | 5 33 | 11 36 | 17 39 | 11 30 | 19 30 | |
| 25 | Cs | 40 | 269 | 5 34 | 11 36 | 17 36 | 12 41 | 20 18 | 21 31 |
| 26 | P | | 270 | 5 36 | 11 36 | 17 34 | 13 40 | 21 21 | |
| 27 | Sz | | 271 | 5 37 | 11 35 | 17 32 | 14 29 | 22 36 | |
| 28 | V | | 272 | 5 39 | 11 35 | 17 30 | 17 06 | — | |
| 29 | H | 40 | 273 | 5 40 | 11 35 | 17 28 | 15 35 | 0 00 | 21 31 |
| 30 | K | | 274 | 5 41 | 11 34 | 17 26 | 15 58 | 1 25 | |

Ősz kezdete: 23-án 3h 24m.kor.

Hold: 3-án 7h.kor földközélen, látászólagos sugara: 16' 40" .3.

15-én 20h.kor földtávolban, látászólagos sugara: 14' 43" .5.

H Ó N A P

0h világidőkor

| Julián dátum | Csillag- idő ($\lambda = 0^\circ$ nál) | A N A P | | | A H O L D | |
|-----------------|--------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|
| | | rekta- szcenziója | dekli- nációja | látászó- lagos sugara | rekta- szcenziója | dekli- nációja |
| | h m s | h m | 0 ' ' " | ' " | h m | 0 ' ' " |
| 256 | 22 40 23,8 | 10 40,5 | + 8 23 | 15 52,5 | 19 47 | -23 36 |
| 257 | 22 44 20,3 | 10 44,1 | 8 02 | 15 52,8 | 20 48 | 19 01 |
| 258 | 22 48 16,9 | 10 47,7 | 7 40 | 15 53,0 | 21 46 | 13 10 |
| 259 | 22 52 13,4 | 10 51,3 | 7 18 | 15 53,2 | 22 42 | - 6 32 |
| 260 | 22 56 10,0 | 10 55,0 | 6 55 | 15 53,5 | 23 35 | + 0 26 |
| 261 | 23 00 06,5 | 10 58,6 | 6 33 | 15 53,7 | 0 28 | 7 14 |
| 262 | 23 04 03,1 | 11 02,2 | 6 11 | 15 53,9 | 1 20 | 13 30 |
| 263 | 23 07 59,6 | 11 05,8 | 5 48 | 15 54,2 | 2 14 | 18 53 |
| 264 | 23 11 56,2 | 11 09,4 | 5 26 | 15 54,4 | 3 09 | 23 07 |
| 265 | 23 15 52,7 | 11 13,0 | 5 03 | 15 54,7 | 4 05 | 26 01 |
| 266 | 23 19 49,3 | 11 16,6 | + 4 40 | 15 54,9 | 5 01 | +27 31 |
| 267 | 23 23 45,9 | 11 20,2 | 4 17 | 15 55,2 | 5 57 | 27 35 |
| 268 | 23 27 42,4 | 11 23,7 | 3 55 | 15 55,4 | 6 51 | 26 19 |
| 269 | 23 31 39,0 | 11 27,3 | 3 32 | 15 55,7 | 7 42 | 23 51 |
| 270 | 23 35 35,5 | 11 30,9 | 3 08 | 15 55,9 | 8 31 | 20 25 |
| 271 | 23 39 32,1 | 11 34,5 | 2 45 | 15 56,2 | 9 18 | 16 11 |
| 272 | 23 43 28,6 | 11 38,1 | 2 22 | 15 56,4 | 10 02 | 11 19 |
| 273 | 23 47 25,2 | 11 41,7 | 1 59 | 15 56,7 | 10 46 | 6 01 |
| 274 | 23 51 21,7 | 11 45,3 | 1 36 | 15 56,9 | 11 28 | + 0 28 |
| 275 | 23 55 18,3 | 11 48,9 | 1 19 | 15 57,2 | 12 12 | - 5 10 |
| 276 | 23 59 14,8 | 11 52,5 | + 0 49 | 15 57,5 | 12 56 | -10 41 |
| 277 | 0 03 11,4 | 11 56,0 | 0 26 | 15 57,7 | 13 43 | 15 51 |
| 278 | 0 07 07,9 | 12 00,6 | + 0 02 | 15 58,0 | 14 33 | 20 25 |
| 279 | 0 11 04,5 | 12 03,2 | 0 21 | 15 58,3 | 15 27 | 24 06 |
| 280 | 0 15 01,0 | 12 06,8 | 0 44 | 15 58,6 | 16 24 | 26 35 |
| 281 | 0 18 57,6 | 12 10,4 | 1 08 | 15 58,8 | 17 24 | 27 37 |
| 282 | 0 22 54,2 | 12 14,0 | 1 31 | 15 59,1 | 18 25 | 26 59 |
| 283 | 0 26 50,7 | 12 17,6 | 1 55 | 15 59,4 | 19 27 | 24 38 |
| 284 | 0 30 47,3 | 12 21,2 | 2 18 | 15 59,7 | 20 27 | 20 43 |
| 285 | 0 34 43,8 | 12 24,9 | 2 41 | 16 00,0 | 21 24 | 15 30 |

I. O K T Ó B E R

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | |
| | | | | kel | delel | nyug-szik | kel | nyug-szik | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| 1 | Sz | (40) | 275 | 5 42 | 11 34 | 17 24 | 16 18 | 2 50 | |
| 2 | Cs | | 276 | 5 43 | 11 34 | 17 22 | 16 37 | 4 14 | |
| 3 | P | | 277 | 5 44 | 11 33 | 17 20 | 16 57 | 5 38 | 13 15 |
| 4 | Sz | | 278 | 5 46 | 11 33 | 17 18 | 17 18 | 7 00 | |
| 5 | V | 41 | 279 | 5 48 | 11 33 | 17 17 | 17 42 | 8 22 | |
| 6 | H | | 280 | 5 49 | 11 32 | 17 15 | 18 14 | 9 42 | |
| 7 | K | | 281 | 5 50 | 11 32 | 17 13 | 18 54 | 10 57 | |
| 8 | Sz | | 282 | 5 52 | 11 32 | 17 11 | 19 42 | 12 02 | |
| 9 | Cs | 42 | 283 | 5 54 | 11 31 | 17 09 | 20 41 | 12 56 | |
| 10 | P | | 284 | 5 56 | 11 31 | 17 07 | 21 46 | 13 36 | 20 33 |
| 11 | Sz | | 285 | 5 57 | 11 31 | 17 05 | 22 53 | 14 08 | |
| 12 | V | | 286 | 5 58 | 11 31 | 17 03 | — | 14 32 | |
| 13 | H | 43 | 287 | 5 59 | 11 30 | 17 01 | 0 01 | 14 51 | |
| 14 | K | | 288 | 6 01 | 11 30 | 16 59 | 1 08 | 15 08 | |
| 15 | Sz | | 289 | 6 02 | 11 30 | 16 57 | 2 14 | 15 23 | |
| 16 | Cs | | 290 | 6 04 | 11 30 | 16 55 | 3 21 | 15 38 | |
| 17 | P | 44 | 291 | 6 05 | 11 30 | 16 54 | 4 28 | 15 53 | |
| 18 | Sz | | 292 | 6 06 | 11 29 | 16 52 | 5 38 | 16 10 | 23 42 |
| 19 | V | | 293 | 6 08 | 11 29 | 16 50 | 6 50 | 16 31 | |
| 20 | H | | 294 | 6 09 | 11 29 | 16 48 | 8 04 | 16 56 | |
| 21 | K | 44 | 295 | 6 11 | 11 29 | 16 46 | 9 19 | 17 31 | |
| 22 | Sz | | 296 | 6 13 | 11 29 | 16 44 | 10 31 | 18 16 | |
| 23 | Cs | | 297 | 6 14 | 11 28 | 16 42 | 11 35 | 19 14 | |
| 24 | P | | 298 | 6 16 | 11 28 | 16 41 | 12 26 | 20 26 | |
| 25 | Sz | | 299 | 6 17 | 11 28 | 16 39 | 13 07 | 21 45 | |
| 26 | V | | 300 | 6 18 | 11 28 | 16 37 | 13 36 | 23 07 | 5 04 |
| 27 | H | | 301 | 6 20 | 11 28 | 16 36 | 14 01 | — | |
| 28 | K | | 302 | 6 21 | 11 28 | 16 34 | 14 21 | 0 31 | |
| 29 | Sz | | 303 | 6 23 | 11 28 | 16 32 | 14 40 | 1 52 | |
| 30 | Cs | | 304 | 6 24 | 11 28 | 16 31 | 14 59 | 3 12 | |
| 31 | P | 305 | 6 | 11 28 | 16 29 | 15 19 | 4 33 | | |

Hold: 1-én 14^h-kor földközélen, látszólagos sugara: 16' 29' '6.
 13-án 11^h kor földtávolban, látszólagos sugara: 14' 45' '5.
 29-én 7^h-kor földközélen, látszólagos sugara: 16' 15' '2.

I. NOVEMBER

| Dátum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | A HOLD tényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|--------|---------------|--------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | |
| | | | | A NAP | | | A HOLD | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| 1 | Sz | (44) | 306 | 6 28 | 11 28 | 16 23 | 15 42 | 5 54 | |
| 2 | V | | 307 | 6 29 | 11 28 | 16 26 | 16 10 | 7 1 | ☾ 0 10 |
| 3 | H | 45 | 308 | 6 30 | 11 28 | 16 24 | 16 47 | 8 33 | |
| 4 | K | | 309 | 6 32 | 11 28 | 16 23 | 17 32 | 9 44 | |
| 5 | Sz | | 310 | 6 34 | 11 28 | 16 22 | 18 28 | 10 44 | |
| 6 | Cs | | 311 | 6 35 | 11 28 | 16 20 | 19 31 | 11 31 | |
| 7 | P | | 312 | 6 36 | 11 28 | 16 19 | 20 38 | 12 06 | |
| 8 | Sz | | 313 | 6 38 | 11 28 | 16 12 | 21 47 | 12 32 | |
| 9 | V | | 314 | 6 40 | 11 28 | 16 17 | 22 54 | 12 54 | ☾ 16 43 |
| 10 | H | 46 | 315 | 6 41 | 11 28 | 16 15 | — | 13 12 | |
| 11 | K | | 316 | 6 42 | 11 28 | 16 13 | 00 01 | 13 28 | |
| 12 | Sz | | 317 | 6 44 | 11 28 | 16 12 | 01 06 | 13 43 | |
| 13 | Cs | | 318 | 6 45 | 11 28 | 16 11 | 02 13 | 13 58 | |
| 14 | P | | 319 | 6 47 | 11 28 | 16 10 | 03 20 | 14 16 | |
| 15 | Sz | | 320 | 6 48 | 11 29 | 16 08 | 04 32 | 14 33 | |
| 16 | V | | 321 | 6 50 | 11 29 | 16 07 | 05 45 | 14 57 | |
| 17 | H | 47 | 322 | 6 52 | 11 29 | 16 06 | 07 02 | 15 29 | ☾ 13 56 |
| 18 | K | | 323 | 6 53 | 11 29 | 16 05 | 08 17 | 16 11 | |
| 19 | Sz | | 324 | 6 55 | 11 29 | 16 04 | 09 25 | 17 07 | |
| 20 | Cs | | 325 | 6 56 | 11 30 | 16 03 | 10 23 | 18 16 | |
| 21 | P | | 326 | 6 57 | 11 30 | 16 02 | 11 06 | 19 35 | |
| 22 | Sz | | 327 | 6 58 | 11 30 | 16 01 | 11 40 | 20 57 | |
| 23 | V | | 328 | 6 59 | 11 30 | 16 00 | 12 05 | 22 20 | |
| 24 | H | 48 | 329 | 7 01 | 11 31 | 15 59 | 12 26 | 23 40 | ☾ 12 34 |
| 25 | K | | 330 | 7 03 | 11 31 | 15 58 | 12 45 | — | |
| 26 | Sz | | 331 | 7 04 | 11 31 | 15 58 | 13 03 | 00 58 | |
| 27 | Cs | | 332 | 7 05 | 11 32 | 15 57 | 13 22 | 02 16 | |
| 28 | P | | 333 | 7 07 | 11 32 | 15 57 | 13 43 | 03 35 | |
| 29 | Sz | | 334 | 7 08 | 11 33 | 15 56 | 14 09 | 04 54 | |
| 30 | V | | 335 | 7 10 | 11 33 | 15 56 | 14 42 | 06 12 | |

Hold: 10-én 7h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14' 46."9.
 23-án 9h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16' 08."7.

H Ó N A P

Oh világidőkor

| Julian dátum | Csillag- idő ($\lambda = 0^\circ$ - nál) | A N A P | | | A H O L D | |
|-----------------|----------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|
| | | rekta- sz enziója | dekli- nációja | látászó- lagos sugara | rekta- szczeniója | dekli- nációja |
| 2434... | h m s | h m | 0 ' ' " | ' " | h m | 0 ' ' " |
| 317 | 2 40 53,5 | 14 24,5 | -14 21 | 16 00,6 | 1 29 | +14 20 |
| 318 | 2 40 50,1 | 14 28,4 | 14 40 | 16 08,9 | 2 24 | 19 31 |
| 319 | 2 68 46,7 | 14 32,4 | 14 59 | 16 09,1 | 3 20 | 23 32 |
| 320 | 2 52 43,2 | 14 36,3 | 15 18 | 16 09,4 | 4 18 | 26 10 |
| 321 | 2 56 31,8 | 14 40,3 | 15 36 | 16 09,6 | 5 16 | 27 17 |
| 322 | 3 00 36,3 | 14 44,3 | 15 54 | 16 09,9 | 6 14 | 20 55 |
| 323 | 3 04 32,9 | 14 48,2 | 16 12 | 16 10,1 | 7 08 | 25 11 |
| 324 | 3 08 29,4 | 14 52,2 | 16 30 | 16 10,3 | 8 00 | 22 19 |
| 325 | 3 12 26,0 | 14 56,3 | 16 47 | 16 10,6 | 8 48 | 18 32 |
| 326 | 3 16 22,6 | 15 00,3 | 17 04 | 16 10,8 | 9 34 | 14 03 |
| 327 | 3 20 19,1 | 15 04,3 | -17 21 | 16 11,0 | 10 18 | + 9 05 |
| 328 | 3 24 24,7 | 15 08,4 | 17 38 | 16 11,2 | 11 01 | 03 45 |
| 329 | 3 28 12,2 | 15 12,5 | 17 54 | 16 11,4 | 11 44 | - 1 47 |
| 330 | 3 32 08,8 | 15 16,6 | 18 10 | 16 11,7 | 12 28 | 07 20 |
| 331 | 3 36 05,3 | 15 20,7 | 18 25 | 16 11,9 | 13 14 | 12 44 |
| 332 | 3 40 01,9 | 15 24,8 | 18 40 | 16 12,1 | 14 03 | 16 42 |
| 333 | 3 43 58,4 | 15 28,9 | 18 55 | 16 12,3 | 14 56 | 21 58 |
| 334 | 3 47 55,0 | 15 33,0 | 19 10 | 16 12,5 | 15 53 | 25 10 |
| 335 | 3 51 51,6 | 15 37,2 | 19 24 | 16 12,7 | 16 53 | 26 58 |
| 336 | 3 55 48,1 | 15 41,4 | 19 38 | 16 13,0 | 17 56 | 27 06 |
| 337 | 3 59 44,7 | 15 45,6 | 19 52 | 16 13,1 | 18 58 | -25 30 |
| 338 | 4 03 41,2 | 15 49,8 | 20 05 | 16 13,3 | 19 58 | 22 18 |
| 339 | 4 07 37,8 | 15 54,0 | 20 18 | 16 13,5 | 20 55 | 17 45 |
| 340 | 4 11 34,4 | 15 58,2 | 20 30 | 16 13,7 | 21 49 | 12 15 |
| 341 | 4 15 31,0 | 16 02,4 | 20 42 | 16 13,9 | 22 41 | 6 07 |
| 342 | 4 19 27,5 | 16 06,7 | 20 04 | 16 14,1 | 23 31 | + 0 17 |
| 343 | 4 23 24,0 | 16 10,9 | 21 05 | 16 14,3 | 0 21 | 6 38 |
| 444 | 4 27 20,6 | 16 15,2 | 21 16 | 16 14,4 | 1 12 | 12 38 |
| 345 | 4 31 17,1 | 16 19,5 | 21 26 | 16 14,6 | 02 05 | 17 56 |
| 346 | 4 35 13,7 | 16 23,8 | 21 36 | 16 14,8 | 03 00 | 22 16 |

I. D E C E M B E R

| Datum | A hét napjai | Az év hányadik hete | Az év hányadik napja | Középeurópai zónaidőben | | | | | | A HOLD fényváltozásai |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------|---------------|------------------|--------------------------|
| | | | | Budapesten | | | | | | |
| | | | | A N A P | | | A H O L D | | | |
| | | | | kel | delel | nyug- szik | kel | nyug- szik | | |
| | | | | h m | h m | h m | h m | h m | h ^h m | |
| 1 | H | 49 | 336 | 7 11 | 11 33 | 15 55 | 15 22 | 7 28 | ☾ 13 41 | |
| 2 | K | | 337 | 7 12 | 11 33 | 15 55 | 16 15 | 8 30 | | |
| 3 | Sz | | 338 | 7 14 | 11 34 | 15 54 | 17 15 | 9 22 | | |
| 4 | Cs | | 339 | 7 15 | 11 34 | 15 54 | 18 23 | 10 02 | | |
| 5 | P | | 340 | 7 16 | 11 34 | 15 52 | 19 32 | 10 33 | | |
| 6 | Sz | 50 | 341 | 7 17 | 11 35 | 15 53 | 20 40 | 10 57 | ☾ 14 22 | |
| 7 | V | | 342 | 7 18 | 11 35 | 15 53 | 21 46 | 11 16 | | |
| 8 | H | | 343 | 7 19 | 11 36 | 15 53 | 22 52 | 11 32 | | |
| 9 | K | | 344 | 7 20 | 11 36 | 15 52 | 23 57 | 11 48 | | |
| 10 | Sz | | 345 | 7 21 | 11 37 | 15 52 | — | 12 02 | | |
| 11 | Cs | 51 | 346 | 7 22 | 11 37 | 15 52 | 1 03 | 12 18 | ☾ 3 02 | |
| 12 | P | | 347 | 7 23 | 11 38 | 15 52 | 2 12 | 12 34 | | |
| 13 | Sz | | 348 | 7 24 | 11 38 | 15 52 | 3 23 | 12 57 | | |
| 14 | V | | 349 | 7 25 | 11 38 | 15 53 | 4 38 | 13 24 | | |
| 15 | H | | 350 | 7 26 | 11 39 | 15 53 | 5 54 | 14 02 | | |
| 16 | K | 52 | 351 | 7 27 | 11 39 | 15 53 | 7 08 | 14 52 | ☾ 20 51 | |
| 17 | Sz | | 352 | 7 27 | 11 40 | 15 53 | 8 11 | 14 58 | | |
| 18 | Cs | | 353 | 7 28 | 11 40 | 15 54 | 9 01 | 17 16 | | |
| 19 | P | | 354 | 7 28 | 11 41 | 15 54 | 9 39 | 18 41 | | |
| 20 | Sz | | 355 | 7 29 | 11 41 | 15 54 | 10 07 | 20 05 | | |
| 21 | V | 53 | 356 | 7 30 | 11 42 | 15 55 | 10 32 | 21 27 | ☾ 6 05 | |
| 22 | H | | 357 | 7 30 | 11 42 | 15 55 | 10 51 | 22 48 | | |
| 23 | K | | 358 | 7 31 | 11 43 | 15 56 | 11 10 | — | | |
| 24 | Sz | | 359 | 7 31 | 11 43 | 15 56 | 11 27 | 0 06 | | |
| 25 | Cs | | 360 | 7 31 | 11 44 | 15 57 | 11 48 | 1 24 | | |
| 26 | P | 53 | 361 | 7 31 | 11 44 | 15 57 | 12 12 | 2 41 | | |
| 27 | Sz | | 362 | 7 32 | 11 45 | 15 58 | 12 41 | 3 57 | | |
| 28 | V | | 363 | 7 32 | 11 45 | 15 58 | 13 17 | 5 12 | | |
| 29 | H | | 364 | 7 32 | 11 46 | 16 00 | 14 05 | 6 19 | | |
| 30 | K | | 365 | 7 32 | 11 46 | 16 01 | 15 03 | 7 15 | | |
| 31 | Sz | | 366 | 7 32 | 11 47 | 16 02 | 16 07 | 8 00 | | |

Tél kezdete: 21-én 22^h 44^m-kor.Hold: 8-án 4^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14' 46."4.19-én 22^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16' 21."3.

H Ó N A P

0h világidőkor

| Julián dátum | Csillag-idő ($\lambda = 0^\circ$ -nál) | A N A P | | | A H O L D | |
|--------------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| | | rekta- szczeniója | dekli- nációja | látszó- lagos sugara | rekta- szczeniója | dekli- nációja |
| 2334... | h m s | h m | 0 ' ' " | | h m | 0 ' " |
| 347 | 4 39 10, | 16 28,1 | —21 46 | 16 14,9 | 3 57 | +25 20 |
| 348 | 4 43 06,8 | 16 32,4 | 21 55 | 16 15,1 | 4 55 | 26 58 |
| 349 | 4 47 03,4 | 16 36,7 | 22 04 | 16 15,2 | 5 53 | 27 05 |
| 350 | 4 50 59,9 | 16 41,1 | 22 12 | 16 15,4 | 6 49 | 25 46 |
| 351 | 4 54 56,5 | 16 45,4 | 22 20 | 16 15,5 | 7 42 | 23 14 |
| 352 | 4 58 58,1 | 16 49,8 | 22 28 | 16 15,6 | 8 32 | 19 42 |
| 353 | 5 02 49,6 | 16 54,2 | 22 35 | 16 15,8 | 9 18 | 15 24 |
| 354 | 5 06 46,2 | 16 58,5 | 22 42 | 16 15,9 | 10 03 | 10 34 |
| 355 | 5 10 42,7 | 17 02,9 | 22 48 | 16 16,0 | 10 46 | 5 22 |
| 356 | 5 14 39,8 | 17 07,3 | 22 53 | 16 16,1 | 11 28 | — 0 03 |
| 357 | 5 18 35,8 | 17 11,7 | —22 59 | 16 16,2 | 12 11 | — 5 32 |
| 358 | 5 22 32,4 | 17 16,1 | 23 04 | 16 16,3 | 12 56 | 10 55 |
| 359 | 5 26 28,9 | 17 20,5 | 23 08 | 16 16,4 | 13 43 | 15 59 |
| 360 | 5 30 25,5 | 17 24,9 | 23 12 | 16 16,5 | 14 34 | 20 30 |
| 361 | 5 34 22,1 | 17 29,4 | 23 16 | 16 16,6 | 15 30 | 24 07 |
| 362 | 5 38 18,6 | 17 33,8 | 23 19 | 16 16,7 | 16 29 | 26 28 |
| 363 | 5 42 15,2 | 17 38,2 | 23 21 | 16 16,8 | 17 33 | 27 12 |
| 364 | 5 46 11,7 | 17 42,7 | 23 23 | 16 16,9 | 18 32 | 26 08 |
| 365 | 5 50 08,3 | 17 47,1 | 23 25 | 16 17,0 | 19 39 | 23 19 |
| 366 | 5 54 04,9 | 17 51,5 | 23 26 | 16 17,0 | 20 39 | 18 59 |
| 367 | 5 58 01,4 | 17 56,0 | —23 27 | 16 17,1 | 21 35 | —13 32 |
| 368 | 6 01 58,0 | 18 00,4 | 23 27 | 16 17,2 | 22 29 | 7 23 |
| 369 | 6 05 54,5 | 18 04,9 | 23 27 | 16 17,2 | 23 10 | 0 57 |
| 370 | 6 09 51,1 | 18 09,3 | 23 26 | 16 17,3 | 0 10 | + 5 27 |
| 371 | 6 13 47,7 | 18 13,7 | 23 25 | 16 17,3 | 1 00 | 11 29 |
| 372 | 6 17 44,2 | 18 18,2 | 23 23 | 16 17,4 | 1 51 | 16 52 |
| 373 | 6 21 40,8 | 18 22,6 | 23 21 | 16 17,4 | 2 45 | 21 21 |
| 374 | 6 25 37,3 | 18 27,1 | 23 18 | 16 17,5 | 3 40 | 24 41 |
| 375 | 6 29 33,9 | 18 31,5 | 23 15 | 16 17,5 | 4 37 | 26 40 |
| 376 | 6 33 30,5 | 18 35,9 | 23 11 | 16 17,5 | 5 34 | 27 12 |
| 377 | 6 37 27,0 | 18 40,3 | 23 07 | 16 17,6 | 6 30 | +26 19 |

II. A szabadszemmel látható bolygók koordinátái

| Dátum | MERKUR | | | | VENUSZ | | | | MAR SZ | | | |
|-------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--|--|--|
| | Rekta- szén- ziója | Dekl- nációja | Látó- lagos sugara | Rekta- szén- ziója | Dekl- nációja | Látó- lagos sugara | Rekta- szén- ziója | Dekl- nációja | Látó- lagos sugara | | | |
| 1959 | h m | 0 ' | " | h m | 0 ' | " | h m | 0 ' | " | | | |
| I. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 17 06,9 | — 20 21 | 3,69 | 15 44,7 | — 17 24 | 8,12 | 13 19,0 | — 6 25 | 3,03 | | | |
| 6 | 17 24,1 | 21 22 | 3,31 | 16 09,1 | 18 45 | 7,87 | 13 28,5 | 7 20 | 3,12 | | | |
| 11 | 17 47,8 | 22 20 | 3,03 | 16 34,0 | 19 54 | 7,63 | 12 37,9 | 8 13 | 3,24 | | | |
| 16 | 21 15,4 | 23 03 | 2,83 | 16 59,4 | 20 51 | 7,41 | 13 47,0 | 9 03 | 3,36 | | | |
| 21 | 21 45,4 | 23 21 | 2,68 | 17 25,2 | 21 34 | 7,21 | 13 55,9 | 9 52 | 3,49 | | | |
| 26 | 19 17,1 | 23 10 | 2,57 | 17 51,2 | 22 02 | 7,01 | 14 04,6 | 10 38 | 3,63 | | | |
| 31 | 19 49,8 | 22 28 | 2,49 | 18 17,5 | 22 14 | 6,83 | 14 12,9 | 11 21 | 3,78 | | | |
| II. | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 20 23,2 | 21 11 | 2,43 | 18 43,9 | 22 10 | 6,67 | 14 20,8 | 12 00 | 3,94 | | | |
| 10 | 20 57,0 | 19 20 | 2,40 | 19 10,3 | 21 49 | 6,52 | 14 28,4 | 12 37 | 4,11 | | | |
| 15 | 21 31,3 | 16 54 | 2,39 | 19 36,5 | 21 13 | 6,37 | 14 35,5 | 13 11 | 4,30 | | | |
| 20 | 22 05,8 | 13 52 | 2,41 | 20 02,5 | 20 21 | 6,24 | 14 42,1 | 13 42 | 4,50 | | | |
| 25 | 22 40,4 | 10 15 | 2,4 | 20 28,2 | 19 14 | 6,12 | 14 48,1 | 14 09 | 4,73 | | | |
| III. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 23 15,1 | 6 07 | 2,55 | 20 53,5 | 17 53 | 6,00 | 14 53,3 | 14 33 | 4,96 | | | |
| 6 | 23 49,0 | 1 39 | 2,72 | 21 18,4 | 16 20 | 5,90 | 14 57,6 | 14 53 | 5,22 | | | |
| 11 | 0 20,4 | + 2 50 | 2,99 | 21 42,9 | 14 35 | 5,79 | 15 01,4 | 15 10 | 5,49 | | | |
| 16 | 0 46,4 | 6 47 | 3,39 | 22 06,9 | 12 39 | 5,71 | 15 04,1 | 15 23 | 5,78 | | | |
| 21 | 1 03,8 | 9 39 | 3,94 | 22 30,6 | 10 36 | 5,61 | 15 05,7 | 15 32 | 6,08 | | | |
| 26 | 1 10,3 | 11 00 | 4,58 | 22 54,0 | 8 24 | 5,53 | 15 0,1 | 15 37 | 6,40 | | | |
| 31 | 1 06,0 | 10 37 | 5,20 | 23 17,0 | 6 07 | 5,46 | 15 05,2 | 15 39 | 6,72 | | | |
| IV. | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0 54,5 | 8 45 | 5,63 | 23 39,8 | 3 46 | 5,38 | 15 03,1 | 15 36 | 7,05 | | | |
| 10 | 0 42,0 | 6 10 | 5,73 | 0 02,5 | — 1 22 | 5,31 | 14 59,7 | 15 29 | 7,36 | | | |
| 15 | 0 34,3 | 3 52 | 5,51 | 0 25,1 | + 1 03 | 5,26 | 14 55,1 | 15 16 | 7,65 | | | |
| 20 | 0 33,7 | 2 27 | 5,13 | 0 47,7 | 3 28 | 5,20 | 14 49,3 | 15 02 | 7,91 | | | |
| 25 | 0 40,4 | 2 07 | 4,69 | 1 10,5 | 5 52 | 5,14 | 14 42,6 | 14 43 | 8,13 | | | |
| 30 | 0 53,1 | 2 45 | 4,27 | 1 33,3 | 8 13 | 5,09 | 14 35,4 | 14 22 | 8,28 | | | |
| V. | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 1 10,7 | 4 14 | 3,89 | 1 56,5 | 10 30 | 5,05 | 14 27,8 | 13 59 | 8,37 | | | |
| 10 | 1 32,4 | 6 22 | 3,56 | 2 19,9 | 12 40 | 5,01 | 14 20,5 | 13 37 | 8,38 | | | |
| 15 | 1 57,8 | 9 00 | 3,27 | 2 43,7 | 14 43 | 4,98 | 14 14,6 | 13 16 | 8,33 | | | |
| 20 | 2 27,0 | 12 01 | 3,02 | 3 08,8 | 16 37 | 4,94 | 14 07,5 | 12 59 | 8,21 | | | |
| 25 | 3 00,4 | 15 16 | 2,82 | 3 32,7 | 18 21 | 4,92 | 14 02,4 | 12 46 | 8,05 | | | |
| 30 | 3 38,3 | 18 31 | 2,66 | 3 57,9 | 19 5 | 4,89 | 13 58,6 | 12 38 | 7,84 | | | |
| VI. | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 21,0 | 21 28 | 2,56 | 4 23,5 | 21 11 | 4,87 | 13 56,1 | 12 37 | 7,61 | | | |
| 9 | 5 07,4 | 23 43 | 2,53 | 4 44,5 | 22 15 | 4,86 | 13 54,9 | 12 41 | 7,36 | | | |
| 14 | 5 55,1 | 24 55 | 2,56 | 5 15,9 | 23 03 | 4,85 | 13 55,0 | 12 52 | 7,10 | | | |
| 19 | 6 41,1 | 24 59 | 2,65 | 5 42,6 | 23 34 | 4,85 | 13 56,4 | 13 08 | 6,84 | | | |
| 24 | 7 23,2 | 24 02 | 2,80 | 6 09,4 | 23 48 | 4,85 | 13 58,0 | 13 30 | 6,59 | | | |
| 29 | 8 00,5 | 22 20 | 2,99 | 6 36,3 | 23 45 | 4,85 | 14 02,7 | 13 57 | 6,31 | | | |

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

| Dátum | JUPITER | | | SZATURNUSZ | | | URANUSZ | | |
|-------|-------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| | Rekta- szén- zója | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | Rekta- szén- zója | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | Rekta- szén- zója | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara |
| 1952 | h m | 0 ' " | | h m | 0 ' " | | h m | 0 ' " | |
| I. | | | | | | | | | |
| 1 | 0 23,9 | + 1 10 | 18,71 | 12 57,0 | - 3 30 | 7,76 | 6 52,6 | + 23 17 | 1,92 |
| 6 | 0 25,9 | 1 24 | 18,41 | 12 57,7 | 3 33 | 7,83 | 6 51,6 | 23 18 | 1,92 |
| 11 | 0 28,1 | 1 40 | 18,13 | 12 58,3 | 3 35 | 7,90 | 6 50,7 | 23 19 | 1,92 |
| 16 | 0 30,6 | 1 57 | 17,86 | 12 58,7 | 3 36 | 7,97 | 6 49,8 | 23 20 | 1,92 |
| 21 | 0 33,3 | 2 16 | 17,60 | 12 59,0 | 3 36 | 8,04 | 6 48,9 | 23 22 | 1,92 |
| 26 | 0 36,2 | 2 36 | 17,3 | 12 59,0 | 3 35 | 8,11 | 6 48,0 | 23 23 | 1,91 |
| 31 | 0 39,3 | 2 57 | 17,13 | 12 59,0 | 3 33 | 8,18 | 6 47,2 | 23 23 | 1,91 |
| II. | | | | | | | | | |
| 5 | 0 42,6 | 3 19 | 16,91 | 12 58,7 | 3 30 | 8,24 | 6 46,5 | 23 24 | 1,91 |
| 10 | 0 46,1 | 3 42 | 16,71 | 12 58,3 | 3 26 | 8,31 | 6 45,8 | 23 25 | 1,90 |
| 15 | 0 49,8 | 4 06 | 16,53 | 12 57,7 | 3 21 | 8,37 | 6 45,1 | 23 26 | 1,9 |
| 20 | 0 53,4 | 4 30 | 16,31 | 12 57,0 | 3 15 | 8,42 | 6 44,6 | 23 26 | 1,89 |
| 25 | 0 57,3 | 4 55 | 16,21 | 12 56,1 | 3 08 | 8,48 | 6 44,1 | 23 27 | 1,88 |
| III. | | | | | | | | | |
| 1 | 1 01,2 | 5 20 | 16,07 | 12 55,2 | 3 01 | 8,52 | 6 43,8 | 23 27 | 1,87 |
| 6 | 1 05,3 | 5 46 | 15,94 | 12 54,1 | 2 53 | 8,57 | 6 43,5 | 23 27 | 1,87 |
| 11 | 1 09,5 | 6 13 | 15,83 | 12 52,9 | 2 45 | 8,60 | 6 43,3 | 23 27 | 1,86 |
| 16 | 1 13,8 | 6 39 | 15,73 | 12 51,6 | 2 36 | 8,63 | 6 43,2 | 23 27 | 1,85 |
| 21 | 1 18,1 | 7 06 | 15,65 | 12 50,3 | 2 27 | 8,65 | 6 43,2 | 23 27 | 1,84 |
| 26 | 1 22,5 | 7 33 | 15,58 | 12 48,8 | 2 18 | 8,66 | 6 43,3 | 23 27 | 1,83 |
| 31 | 1 26,9 | 7 59 | 15,52 | 12 47,4 | 2 08 | 8,67 | 6 43,5 | 23 27 | 1,83 |
| IV. | | | | | | | | | |
| 5 | 1 31,4 | 8 26 | 15,48 | 12 46,0 | 1 59 | 8,67 | 6 43,8 | 23 27 | 1,82 |
| 10 | 1 35,9 | 8 53 | 15,41 | 12 44,6 | 1 50 | 8,66 | 6 44,2 | 23 26 | 1,81 |
| 15 | 1 40,5 | 9 19 | 15,43 | 12 43,2 | 1 42 | 8,64 | 6 44,7 | 23 26 | 1,80 |
| 20 | 1 45,0 | 9 45 | 15,42 | 12 41,8 | 1 33 | 8,62 | 6 45,3 | 23 25 | 1,79 |
| 25 | 1 49,6 | 10 11 | 15,43 | 12 40,6 | 1 26 | 8,59 | 6 45,9 | 23 24 | 1,79 |
| 30 | 1 54,1 | 10 36 | 15,45 | 12 39,4 | 1 19 | 8,55 | 6 46,7 | 23 23 | 1,78 |
| V. | | | | | | | | | |
| 5 | 1 58,7 | 11 01 | 15,49 | 12 38,3 | 1 12 | 8,51 | 6 47,5 | 23 22 | 1,77 |
| 10 | 2 03,2 | 11 25 | 15,54 | 12 37,3 | 1 07 | 8,46 | 6 48,3 | 23 21 | 1,77 |
| 15 | 2 07,7 | 11 49 | 15,60 | 12 36,4 | 1 02 | 8,40 | 6 49,3 | 23 20 | 1,76 |
| 20 | 2 12,1 | 12 12 | 15,67 | 12 35,7 | 0 59 | 8,34 | 6 50,3 | 23 19 | 1,76 |
| 25 | 2 16,5 | 12 35 | 15,76 | 12 35,1 | 0 56 | 8,28 | 6 51,4 | 23 18 | 1,75 |
| 30 | 2 20,9 | 12 57 | 15,81 | 12 34,6 | 0 54 | 8,22 | 6 52,5 | 23 16 | 1,75 |
| VI. | | | | | | | | | |
| 4 | 2 25,2 | 13 18 | 15,97 | 12 34,3 | 0 54 | 8,15 | 6 53,7 | 23 15 | 1,74 |
| 9 | 2 29,3 | 13 34 | 16,04 | 12 34,1 | 0 54 | 8,09 | 6 54,9 | 23 13 | 1,74 |
| 14 | 2 33,1 | 13 57 | 16,23 | 12 34,1 | 0 55 | 8,02 | 6 56,1 | 23 11 | 1,74 |
| 19 | 2 37,4 | 14 16 | 16,38 | 12 34,3 | 0 57 | 7,95 | 6 57,4 | 23 10 | 1,73 |
| 24 | 2 41,3 | 14 38 | 16,53 | 12 34,6 | 1 01 | 7,88 | 6 58,6 | 23 08 | 1,73 |
| 29 | 2 45,1 | 14 50 | 16,78 | 12 35,0 | 1 05 | 7,81 | 6 59,9 | 23 06 | 1,73 |

II. A szabadszemmel látható bolygók koordinátái

| Dátum | MERKUR | | | | VENUSZ | | | | MARSZ | | | |
|-------|---------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|--|--|--|
| | Rekta- szcen- ziója | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | Rekta- szcen- ziója | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | Rekta- szcen- ziója | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | | | |
| | h m | 0 ' | " | h m | 0 ' | " | h m | 0 ' | " | | | |
| 1952 | h m | 0 ' | " | h m | 0 ' | " | h m | 0 ' | " | | | |
| VII. | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 8 32,6 | +20 09 | 3,22 | 7 03,1 | +23 24 | 4,85 | 14 07,4 | -14 29 | 6,12 | | | |
| 9 | 8 59,7 | 17 41 | 3,50 | 7 29,7 | 22 46 | 4,86 | 14 13,1 | 15 04 | 5,89 | | | |
| 14 | 9 21,7 | 15 10 | 3,81 | 7 56 0 | 21 51 | 4,87 | 14 19,7 | 15 42 | 5,69 | | | |
| 19 | 9 38,3 | 12 46 | 4,16 | 8 21,9 | 20 40 | 4,89 | 14 27,0 | 16 22 | 5,49 | | | |
| 24 | 9 48,7 | 10 42 | 4 55 | 8 47,4 | 19 14 | 4,92 | 14 35,2 | 17 05 | 5,31 | | | |
| 29 | 9 52,6 | 9 13 | 4,96 | 9 12,4 | 17 35 | 4,95 | 14 44,0 | 17 49 | 5,13 | | | |
| VIII. | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 9 48,6 | 8 36 | 5,32 | 9 36,9 | 15 44 | 4 98 | 14 53,6 | 18 34 | 4,97 | | | |
| 8 | 9 37,5 | 9 03 | 5,54 | 10 01 0 | 13 42 | 5,02 | 15 03,7 | 19 18 | 4,82 | | | |
| 13 | 9 22,6 | 10 29 | 5,47 | 10 24,6 | 11 31 | 5,06 | 15 14,5 | 20 03 | 4 68 | | | |
| 18 | 9 10,0 | 12 25 | 5,08 | 10 47 8 | 9 12 | 5,10 | 15 25,8 | 20 46 | 4,55 | | | |
| 23 | 9 06 6 | 14 09 | 4,49 | 11 10 7 | 6 47 | 5,15 | 15 37,6 | 21 29 | 4 48 | | | |
| 28 | 9 15,7 | 15 01 | 3,87 | 11 33,3 | 4 18 | 5,21 | 15 50,0 | 22 09 | 4,30 | | | |
| IX. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 9 36,9 | 14 40 | 3,34 | 11 55,8 | 1 45 | 5,27 | 16 02,8 | 22 46 | 4,19 | | | |
| 7 | 10 07,0 | 12 59 | 2 95 | 12 18,2 | 0 49 | 5,32 | 16 16,1 | 23 21 | 4 09 | | | |
| 12 | 10 41,4 | 10 10 | 2,69 | 12 40,6 | 3 23 | 5,40 | 16 29,8 | 23 52 | 3,99 | | | |
| 17 | 11 16 5 | 6 38 | 2 52 | 13 03,1 | 5 56 | 5 48 | 16 43,9 | 24 19 | 3,89 | | | |
| 22 | 11 50,6 | + 2 46 | 2 43 | 13 25,7 | 8 26 | 5,55 | 16 58,4 | 24 42 | 3,81 | | | |
| 27 | 12 23,0 | - 1 10 | 2,38 | 13 48,7 | 10 52 | 5,64 | 17 10,2 | 24 57 | 3,74 | | | |
| X. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 12 54,3 | 5 01 | 2,36 | 14 11,9 | 13 11 | 5,73 | 17 28,4 | 25 13 | 3,64 | | | |
| 7 | 13 24,4 | 8 41 | 2,38 | 14 35,6 | 15 23 | 5,83 | 17 43,8 | 25 20 | 3 56 | | | |
| 12 | 13 53,8 | 12 06 | 2,41 | 14 59,7 | 17 26 | 5,93 | 17 59 4 | 25 21 | 3,49 | | | |
| 17 | 14 22,8 | 15 14 | 2,47 | 15 24,3 | 19 18 | 6,05 | 18 15,2 | 25 17 | 3,42 | | | |
| 22 | 14 51,5 | 18 02 | 2,55 | 15 49,4 | 20 57 | 6,16 | 18 31,1 | 25 06 | 3,35 | | | |
| 27 | 15 19,9 | 20 27 | 2,67 | 16 15,0 | 22 22 | 6,29 | 18 47,1 | 24 48 | 3,29 | | | |
| XI. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 15 47,8 | 22 26 | 2,83 | 16 41,0 | 23 33 | 6,43 | 19 03,3 | 24 25 | 3,22 | | | |
| 6 | 16 14,2 | 23 56 | 3,04 | 17 07,4 | 24 26 | 6,58 | 19 19,4 | 23 55 | 3,16 | | | |
| 11 | 16 37,5 | 24 50 | 3,34 | 17 34,1 | 25 02 | 6, 3 | 19 35,5 | 23 19 | 3 11 | | | |
| 16 | 16 54,7 | 25 04 | 3,73 | 18 01 0 | 25 20 | 6,90 | 19 51,5 | 22 36 | 3,05 | | | |
| 21 | 17 00,5 | 24 28 | 4,24 | 18 27,7 | 25 19 | 7,07 | 20 07,5 | 21 48 | 2,99 | | | |
| 26 | 16 49,0 | 22 50 | 4,74 | 18 54,3 | 24 59 | 7,27 | 20 23,4 | 20 54 | 2,94 | | | |
| XII. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 16 23,3 | 20 17 | 4,91 | 19 20,6 | 24 22 | 7,47 | 20 39,1 | 19 55 | 2,89 | | | |
| 6 | 16 00,8 | 18 06 | 4 57 | 19 46,5 | 23 27 | 7,70 | 20 54,7 | 18 50 | 2 84 | | | |
| 11 | 15 55,0 | 17 31 | 4,02 | 20 11,9 | 22 16 | 7,94 | 21 10,1 | 17 41 | 2,79 | | | |
| 16 | 16 05,0 | 18 17 | 3,52 | 20 36 6 | 20 49 | 8,20 | 21 25,4 | 16 28 | 2,75 | | | |
| 21 | 16 24,8 | 19 42 | 3,15 | 21 01,0 | 19 09 | 8,48 | 21 40 5 | 15 10 | 2 70 | | | |
| 26 | 16 50,3 | 21 13 | 2,89 | 21 24,0 | 17 17 | 8,78 | 21 55,4 | 13 49 | 2,66 | | | |
| 31 | 17 19,0 | 22 32 | 2,71 | 21 46,6 | 15 14 | 9,12 | 22 10,2 | 12 25 | 2,62 | | | |

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

| Dátum | JUPITER | | | | SZAJURNUSZ | | | | URANUSZ | | | |
|-------|---------------------------|---|-------------------|----------------------------|---------------------------|---|-------------------|----------------------------|---------------------------|---|-------------------|----------------------------|
| | Rekta- szcen- ziója | | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | Rekta- szcen- ziója | | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara | Rekta- szcen- ziója | | Dekli- nációja | Látszó- lagos sugara |
| 1952 | h | m | ° | ' | h | m | ° | ' | h | m | ° | ' |
| VII. | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 48,7 | | + 15 06 | 16,92 | 12 35,6 | | - 1 10 | 7,76 | 7 01,3 | | + 23 04 | 1,73 |
| 9 | 2 52,1 | | 15 20 | 17,13 | 12 36,4 | | 1 16 | 7,69 | 7 02,6 | | 23 02 | 1,73 |
| 14 | 2 55,4 | | 15 34 | 17,34 | 12 37,3 | | 1 23 | 7,61 | 7 03,9 | | 23 01 | 1,73 |
| 19 | 2 58,5 | | 15 46 | 17,58 | 12 38,3 | | 1 31 | 7,55 | 7 05,2 | | 22 59 | 1,73 |
| 24 | 3 01,3 | | 15 58 | 17,82 | 12 39,5 | | 1 39 | 7,49 | 7 06,5 | | 22 57 | 1,73 |
| 29 | 3 04,0 | | 16 08 | 18,08 | 12 40,7 | | 1 49 | 7,43 | 7 07,7 | | 22 55 | 1,74 |
| VIII. | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 06,4 | | 16 18 | 18,37 | 12 42,1 | | 1 59 | 7,38 | 7 08,9 | | 22 53 | 1,74 |
| 8 | 3 08,6 | | 16 26 | 18,63 | 12 43,7 | | 2 09 | 7,33 | 7 10,1 | | 22 51 | 1,74 |
| 13 | 3 10,5 | | 16 32 | 18,92 | 12 45,3 | | 2 20 | 7,28 | 7 11,3 | | 22 49 | 1,75 |
| 18 | 3 12,1 | | 16 38 | 19,22 | 12 47,0 | | 2 32 | 7,24 | 7 12,4 | | 22 47 | 1,75 |
| 23 | 3 13,5 | | 16 42 | 19,53 | 12 48,8 | | 2 44 | 7,20 | 7 13,5 | | 22 46 | 1,76 |
| 28 | 3 14,5 | | 16 46 | 19,85 | 12 50,6 | | 2 57 | 7,16 | 7 14,5 | | 22 44 | 1,76 |
| IX. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 3 15,2 | | 16 47 | 20,16 | 12 52,6 | | 3 10 | 7,13 | 7 15,4 | | 22 42 | 1,77 |
| 7 | 3 15,5 | | 16 48 | 20,47 | 12 54,6 | | 3 23 | 7,10 | 7 16,3 | | 22 41 | 1,78 |
| 12 | 3 15,6 | | 16 47 | 20,80 | 12 56,7 | | 3 36 | 7,07 | 7 17,1 | | 22 39 | 1,78 |
| 17 | 3 13,3 | | 16 45 | 21,11 | 12 58,8 | | 3 50 | 7,05 | 7 17,9 | | 22 38 | 1,79 |
| 22 | 3 14,6 | | 16 42 | 21,41 | 13 01,0 | | 4 04 | 7,03 | 7 18,5 | | 22 37 | 1,80 |
| 27 | 3 13,7 | | 16 37 | 21,70 | 13 03,2 | | 4 18 | 7,02 | 7 19,1 | | 22 36 | 1,80 |
| X. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 3 12,4 | | 16 32 | 21,97 | 13 05,4 | | 4 32 | 7,01 | 7 19,5 | | 22 36 | 1,81 |
| 7 | 3 10,8 | | 16 25 | 22,22 | 13 07,7 | | 4 46 | 7,00 | 7 19,9 | | 22 35 | 1,82 |
| 12 | 3 08,9 | | 16 17 | 22,44 | 13 09,9 | | 5 00 | 7,00 | 7 20,2 | | 22 34 | 1,83 |
| 17 | 3 06,8 | | 16 08 | 22,63 | 13 12,2 | | 5 14 | 7,00 | 7 20,4 | | 22 34 | 1,84 |
| 22 | 3 04,5 | | 15 58 | 22,79 | 13 14,5 | | 5 27 | 7,01 | 7 20,5 | | 22 34 | 1,85 |
| 27 | 3 02,0 | | 15 48 | 22,91 | 13 16,8 | | 5 41 | 7,02 | 7 20,5 | | 22 34 | 1,85 |
| XI. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 59,4 | | 15 37 | 22,98 | 13 19,0 | | 5 54 | 7,04 | 7 20,4 | | 22 34 | 1,86 |
| 6 | 2 56,7 | | 15 26 | 23,01 | 13 21,2 | | 6 07 | 7,05 | 7 20,2 | | 22 35 | 1,87 |
| 11 | 2 54,0 | | 15 15 | 23,00 | 13 22,9 | | 6 19 | 7,08 | 7 19,9 | | 22 36 | 1,88 |
| 16 | 2 51,3 | | 15 03 | 22,94 | 13 25,4 | | 6 31 | 7,10 | 7 19,6 | | 22 37 | 1,89 |
| 21 | 2 48,7 | | 14 53 | 22,84 | 13 27,5 | | 6 42 | 7,14 | 7 19,1 | | 22 37 | 1,89 |
| 26 | 2 46,1 | | 14 43 | 22,69 | 13 29,5 | | 6 53 | 7,17 | 7 18,6 | | 22 39 | 1,90 |
| XII. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 43,9 | | 14 33 | 22,51 | 13 31,4 | | 7 04 | 7,21 | 7 18,0 | | 22 40 | 1,91 |
| 6 | 2 41,8 | | 14 25 | 22,33 | 13 33,2 | | 7 13 | 7,25 | 7 17,3 | | 22 42 | 1,91 |
| 11 | 2 40,0 | | 14 18 | 22,0 | 13 34,9 | | 7 22 | 7,30 | 7 16,5 | | 22 43 | 1,92 |
| 16 | 2 38,5 | | 14 12 | 21,78 | 13 36,5 | | 7 31 | 7,35 | 7 15,7 | | 22 45 | 1,92 |
| 21 | 2 37,3 | | 14 08 | 21,48 | 13 38,0 | | 7 38 | 7,40 | 7 14,9 | | 22 46 | 1,92 |
| 26 | 2 36,4 | | 14 05 | 21,17 | 13 39,4 | | 7 45 | 7,46 | 7 14,0 | | 22 48 | 1,93 |
| 31 | 2 35,8 | | 14 04 | 20,85 | 13 40,6 | | 7 51 | 7,52 | 7 13,1 | | 22 50 | 1,93 |

III. A Jupiter 1—4. holdjának Magyarországon látható jelenségek középeurópai zónaidőben

(A második és ötödik, ill. harmadik és hatodik oszlopban a pontok elhelyezése nagyjából a holdaknak a bolygókorongokhoz viszonyított látszólagos helyzetét érzékeltetik; a mozgás iránya mindig a holdak megjelölésére szolgáló szám irányába esik. A k és v betű annak a megkülönböztetésére szolgál, hogy a megadott időpont a jelenség kezdetére vagy végére vonatkozik-e. „á” betű a holdak árnyékának a bolygókorongokon való végigvonulási adatait jelöli meg.)

| Dátum | A h o l d a k a b o l y g ó | | | | |
|--------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | k o r o n g j a | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Január | 20h 15m | h m | h m | 20h 15m | h m |
| 1 | 4 · 2 · | | | 1 · · 3 | |
| 2 | · 4 · 1 | | 2 k 10 17 2 v 22 58 | 2 · · 3 · | 2 k 23 04 |
| 3 | · 4 | 1 k 23 12 á 1 k 24 32 | | · 1 3 · 2 · | |
| 4 | · 4 3 · 2 · | á 2 v 20 33 | 1 k 20 30 | · 1 | |
| 5 | 3 · 4 · 2 1 · | 1 v 19 53 á 1 v 21 12 | | | 1 v 0 02 |
| 6 | · 3 | | | · 4 · 1 · 2 | |
| 7 | 1 · | | 3 k 18 55 3 v 21 43 | 2 · · 4 · | |
| 8 | 2 · | | | · 1 · 3 · 4 | · 3 k 0 28 |
| 9 | · 1 · 2 | | 2 k 20 58 | 3 · · 4 | |
| 10 | | | | 1 · 3 · 2 · 4 | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|--------|--------------------|---------------------------------------|-----------|-------------------|------------------------|
| | nyugati oldalán | körönjár | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékoká) | mögött | | |
| Január | 20h 15m | h m | h m | 20h 15m | h m |
| 11 | 3° 1' | 2 v 20 37 42 k 20 37 42 v 23 09 | 1 k 22 27 | 4° | |
| 12 | 3° 2' | 41 k 20 57 1 v 22 51 41 v 23 08 | | 4° | |
| 13 | 3° | | | 2° 4' | 1 v 20 27 |
| 14 | 1° 3' | | 3 k 23 05 | 4° 2' | |
| 15 | 2° 4' | | | 1° 3' | |
| 16 | 4° 1' 2' | | | 3° | |
| 17 | 4° | | | 1° 3' 2' | |
| 18 | 4° 3' 12' | 2 k 20 41 42 k 23 13 2 v 23 18 | | | |
| 19 | 4° 3' 2' | 1 k 21 37 41 k 22 54 1 v 23 50 | 1 k 0 25 | 1° | |
| 20 | 4° 3' | | | | 2 v 20 17 1 v 22 22 |
| 21 | 4° 31' | | | 2° | |
| 22 | 4° 2' | | | 1° 3' | |
| 23 | 2° 1' | | | 4° 3' | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|---------|--------------------|--------------------------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Január | 20h 15m | h m | h m | 20h 15m | h m |
| 24 | | | | 1 · 2 3 · 4 | |
| 25 | · 1 3 · | 3 v 20 07 43 k 22 28 2 k 23 23 | | 2 · · 4 | |
| 26 | 3 · 2 · | 43 v 20 52 1 k 21 37 | | 1 · · 4 | |
| 27 | · 3 | 41 k 0 50 | 1 k 20 54 | · 1 · 4 | 2 v 22 56 |
| 28 | · 3 | 1 v 20 19 41 v 21 30 | | 2 · 4 · | 1 v 0 17 |
| 29 | 2 · | | | · 1 · 3 4 · | |
| 30 | · 2 1 · | | | 4 · · 3 | |
| 31 | 4 · | | | · 1 · 2 3 · | |
| Február | 20h 00m | h m | h m | 20h 00m | h m |
| 1 | 4 · · 1 3 · | | | 2 · | |
| 2 | 4 · 3 · 2 · | | | 1 · | |
| 3 | 4 · · 3 · 1 | | 2 k 20 38 | · 2 | |
| 4 | 4 · · 3 1 | 1 k 20 07 41 k 21 15 1 v 22 20 | | 2 · | |
| 5 | · 4 2 · | 42 v 20 15 | 1 v 20 41 | · 3 | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|---------|--------------------|---------------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Február | 20h 00m | h m | h m | 20h 00m | h m |
| 6 | · 4 · 2 1 · | | | · 3 | |
| 7 | · 4 | | | · 1 · 2 3 · | |
| 8 | 1 · · 4 | | | 3 · · 2 · | |
| 9 | 3 · 2 · | | | 1 · · 4 | |
| 10 | 3 · · 1 · 2 | | | · 4 | |
| 11 | · 3 | | | 1 · · 2 · 4 | |
| 12 | | 42 k 20 20 2 v 20 53 | | · 3 · 4 | 3 k 20 41 |
| 13 | · 2 1 · | | | · 3 4 · | |
| 14 | | | | · 2 · 1 3 · 4 · | |
| 15 | 1 · | | | 3 · 2 · 4 · | |
| 16 | 2 · 3 · | | | · 1 4 · | |
| 17 | 3 · · 1 · 2 4 · | | | | |
| 18 | · 3 · 4 · | | | 1 · · 2 | |
| 19 | 4 · · 1 2 · | 2 k 21 02 | 3 k 20 44 | · 3 | |
| 20 | 4 · · 2 | 1 v 20 52 | | · 3 | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|---------|--------------------|---------------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | körön g i a | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Február | 20h 00m | h m | h m | 20h 00m | h m |
| 21 | 4 | | | 1 3 | 2v 20 12 |
| 22 | 4 1 | | | 3 2 | |
| 23 | 4 2 3 | | | 1 | |
| 24 | 3 4 2 1 | | | | |
| 25 | 3 4 | | | 1 2 | |
| 26 | 1 3 | | | 2 4 | |
| 27 | 2 1 | 1 k 20 41 | | 3 4 | |
| 28 | | | 1 v 20 55 | 3 4 | |
| 29 | 1 | | | 2 3 4 | |
| | | | | | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|--------|-------------------|--------------------|--------------------------|--------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékut/á | mögött | |
| Július | h m | 3h 15m | h m | h m | 3h 15m |
| 1 | | 2 · 1 · | | | 4 · 3 · |
| 2 | | 4 · 3 · · 2 | | | · 1 |
| 3 | | 3 · 4 · · 1 | | | · 2 |
| 4 | | 4 · · 8 | | | 1 · |
| 5 | | 4 · · 2 · 3 · 1 | | | |
| 6 | | · 4 1 · | | | 2 · 3 |
| 7 | | · 4 | | | · 1 2 · 3 |
| 8 | | · 4 · 2 1 · | | | 3 · |
| 9 | | · 4 · 2 3 · | | | · 1 |
| 10 | | 3 · 1 · | | | · 4 · 2 |
| 11 | | · 3 | | | 2 · 1 · · 4 |
| 12 | | 2 · · 3 · 1 | | | · 4 |
| 13 | | | | | · 2 1 · 3 · 4 |
| 14 | | | | | 2 · · 3 · 4 |
| 15 | | 2 · 1 · | | | 3 · 4 · |
| 16 | | · 2 3 · | | | · 1 4 · |
| | | | | | |

| Dátum | A holdak a bolvgó | | | | |
|--------|-------------------|---------------------|---------------------------|----------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalan. | korongja | | keleti oldalan |
| | | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | |
| Július | n = | 3h 15m | h m | h m | 3h 15m |
| 17 | | 3 · 1 · | | | · 2 4 · |
| 18 | | · 3 | | | 2 · 4 · · 1 |
| 19 | | 2 · 3 4 · · 1 | | | |
| 20 | | 4 · | | | · 2 1 · · 3 |
| 21 | | 4 · | | | · 1 2 · · 3 |
| 22 | | 4 · 2 · | | | 3 · |
| 23 | | · 4 · 2 | 43 k 3 11 | | · 1 3 · |
| 24 | | · 4 3 · 1 · | | | · 2 |
| 25 | | · 4 3 · | | | 2 · · 1 |
| 26 | | · 3 2 · · 4 · 1 | | | |
| 27 | 2 k 3 13 | | | | · 4 · 3 1 · |
| 28 | | · 1 | | | · 2 · 4 · 3 |
| 29 | | 2 · 1 · | 1 k 3 59 | | 3 · · 4 |
| 30 | | · 2 | | 1 v 3 19 | 3 · · 4 |
| 31 | | 3 · 1 · | | | · 2 · 4 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|-------------------|--------------------|------------------------------------|-----------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékuk(4) | mögött | |
| Aug. | h m | 2h 45m | h m | h m | 2h 45m |
| 1. | | 3° | | | · 1 2 · 4 · |
| 2 | | · 3 2 · 1 · | | | 4 · |
| 3 | | · 2 | | 3 k 2 55 | · 3 1 · 4 · |
| 4 | | · 1 | | | 4 · · 2 · 3 |
| 5 | | 4 · 2 · | 42 v 2 34 2 k 3 01 41 k 4 32 | | 1 · 3 · |
| 6 | | 4 · · 2 | | | 3 · |
| 7 | | 4 · 3 · 1 | 1 v 2 29 | | · 2 |
| 8 | | 4 · 3 · | | | · 1 2 · |
| 9 | | · 4 3 2 · 1 | | | |
| 10 | 3 v 3 22 | · 4 · 2 | | | · 1 |
| 11 | | · 4 · 1 | | | · 2 · 3 |
| 12 | | · 4 | 2 k 2 47 | | 2 · 1 · · 3 |
| 13 | 1 k 3 35 | 2 · · 1 | | | · 4 3 · |
| 14 | | 3 · | 1 k 2 16 | 2 v 2 45 | · 4 |
| 15 | | 3 · | | 41 v 3 02 | · 1 2 · · 4 |
| 16 | | · 3 2 · 1 · | | | 4 · |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|-------------------|--------------------|------------------------------------------------|----------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | |
| Aug. | h m | 2h 45m | h m | h m | 2h 45m |
| 17 | | 2° 3' | | | · 1 · 4 |
| 18 | | 1° | | | · 2 · 3 4 · |
| 19 | | | | | 2 · 1 · · 3 4 · |
| 20 | | 2° · 1' | | | 4 · 3 · |
| 21 | 2 v 2 38 | 3° · 2 4' | 3 v 2 41 41 k 2 48 1 k 4 09 41 v 4 56 | 2 k 3 00 | 1 · |
| 22 | | 3 · 4 · | | 1 v 3 31 | 2 · |
| 23 | | | | | |
| 24 | | 4 · · 2 · 3 | 1 v 0 44 | | · 1 |
| 25 | | 4 · · 1 · | | | · 3 · 2 |
| 26 | | · 4 | | | 2 · 1 · · 3 |
| 27 | | · 4 2 · · 1 | | | 3 · |
| 28 | 2 k 2 49 | · 4 3 · · 2 | 43 v 1 18 | | 1 · |
| 29 | | 3 · · 4 | | | · 2 |
| 30 | 1 k 1 52 | · 3 2 · 1 · | 41 v 1 18 2 v 2 22 1 v 2 35 | | · 4 |
| 31 | | · 3 · 2 | | | · 1 · 4 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|-------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | fogyat ozás | nyugati oldalán | k o r o n g j a | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | |
| Szept | h m | 2h 00m | h m | h m | 2h 00m |
| 1 | | 1 · | | | · 3 · 2 · 4 |
| 2 | | | | | 2 · · 1 · 3 · 4 |
| 3 | | 2 · · 1 | | | 3 · 4 |
| 4 | | · 2 | á3 k 3 14 | | 3 · 1 · 4 · |
| 5 | | 3 · · 1 | | | · 2 4 · |
| 6 | | 3 · 2 · 1 · | á1 k 1 03 1 k 2 19 á2 v 2 20 2 k 2 37 á1 v 3 11 1 v 4 25 | | 4 · |
| 7 | | · 3 · 2 4 · | | 3 v 1 41 | · 1 |
| 8 | | 4 · 1 · | | | · 3 · 2 |
| 9 | | 4 · | | | · 1 2 · · 3 |
| 10 | | 4 · 1 · 2 · | | | 3 · |
| 11 | | 4 · 2 | | | 1 · 3 · |
| 12 | | · 4 3 · · 1 | | | · 2 |
| 13 | | · 4 3 · | á2 k 2 35 á1 k 2 57 1 k 4 08 | | 1 · 2 · |
| 14 | | 3 · 4 2 · | | 1 v 31 31 | |
| 15 | | 1 · | 1 v 0 42 | 2 v 1 52 3 k 2 18 3 k 3 56 | · 3 · 4 · 2 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|--------|----------------------|--------------------|------------------------------------------------|----------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill árnyékuk(a) | mögött | |
| Szept. | h m | 2h 00m | h m | h m | 2h 00m |
| 16 | | | | | · 1 2 · 4 · 3 |
| 17 | | 1 · 2 · | | | 3 · 4 · |
| 18 | | · 2 | | | 1 · 3 · · 4 |
| 19 | | 3 · · 1 | | | · 2 · · 4 |
| 20 | | 3 · | 41 k 4 50 | | 1 · 2 · · 4 · |
| 21 | 1 k 2 04 | · 3 2 · | | | · 1 · 4 · |
| 22 | 3 k 1 19 3 v 3 25 | | 1 k 0 23 41 v 1 27 1 v 2 30 | 2 v 4 15 | 4 · |
| 23 | | | | | · 1 4 · 2 · 3 |
| 24 | | 4 · 1 · 2 · | | | 3 · |
| 25 | | 4 · · 2 | | | · 1 3 · |
| 26 | | 4 · · 1 3 · | | | · 2 |
| 27 | | 4 · 3 · | | | 1 · 2 · |
| 28 | 1 k 3 58 | · 4 · 3 2 · 1 | | | |
| 29 | 2 k 2 23 | · 4 · 3 1 · | 41 k 1 12 1 k 2 10 41 v 3 21 1 v 4 16 | | · 2 |
| 30 | | · 4 | 1 v 22 43 2 k 23 05 42 v 23 31 | 1 v 1 33 | · 1 · 3 · 2 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|---------|-------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | |
| Október | h m | 1h 30m | h m | h m | 1h 30m |
| 1 | | · 4 1 · 2 | 2 v 1 19 | | · 3 |
| 2 | | · 2 | 3 k 23 06 | | · 4 · 1 3 · |
| 3 | | · 1 3 · | 3 v 0 38 | | · 2 4 · |
| 4 | | 3 · | | | 1 · 2 · 4 |
| 5 | | · 3 2 · 1 | | | · 4 |
| 6 | 2 k 4 58 | · 3 · 2 | ál k 3 06 1 k 3 55 | | 1 · 4 · |
| 7 | 1 k 0 21 | | ál v 23 43 ál k 23 46 | 1 v 3 19 | · 3 · 2 4 · |
| 8 | | 1 · | 1 v 0 29 2 k 1 25 ál v 2 09 2 v 3 39 | | · 3 4 · |
| 9 | | · 2 | ál k 23 15 | | · 1 4 · 3 · |
| 10 | | 1 · 4 · 3 · | ál v 1 20 3 k 2 30 3 v 4 02 | | · 2 |
| 11 | | 3 · 4 · | | | 1 2 · |
| 12 | | 4 · · 3 2 · 1 | | | |
| 13 | | 4 · · 3 · 2 | ál v 5 00 | | 1 · |
| 14 | 1 k 2 16 | 4 · · 1 | 1 k 23 28 | | · 3 · 2 |
| 15 | | · 4 | 1 k 0 06 ál v 1 37 1 v 2 13 ál k 2 23 2 k 3 43 ál v 4 46 | 1 v 23 31 | 2 · · 3 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|---------|----------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | |
| Október | h m | 1h 30m | h m | h m | 1h 30m |
| 16 | | · 4 2 · | | | · 1 3 · |
| 17 | | · 4 1 · | á3 k 3 15 á3 v 5 20 | 2 v 0 17 | · 2 3 · |
| 18 | | 3 · · 4 | | | · 1 2 · |
| 19 | | · 3 2 · 1 | | | · 4 |
| 20 | | · 3 · 2 | | | 1 · · · 4 |
| 21 | | · 1 | | | 3 · 2 · 4 |
| 22 | 1 k 22 40 | 1 · | á1 k 1 22 1 k 1 50 á1 v 3 31 1 v 3 57 á2 k 5 01 | | 2 · · 3 · 4 |
| 23 | 2 k 23 25 | 2 · | á1 v 22 00 1 v 22 23 | 1 v 1 15 | · 1 3 · 4 · |
| 24 | | 1 · | | 2 v 2 31 | 3 · 4 · |
| 25 | | 3 · | 2 v 21 22 | | · 1 2 · 4 · |
| 26 | | 3 · 1 · 2 · | | | 4 · |
| 27 | 3 k 21 24 | · 3 · 2 4 · | | | |
| 28 | | 4 · · 1 | | 3 v 0 28 | · 3 · 2 |
| 29 | | 4 · | á1 k 3 17 1 k 3 34 á1 v 5 26 1 v 5 41 | | 1 · 2 · · 3 |
| 30 | 1 k 0 35 2 k 2 00 | 1 · 2 · | á1 k 21 45 1 k 21 59 á1 v 23 54 | 1 v 2 59 | 3 · |
| 31 | | · 4 1 · | 1 v 0 07 | 1 v 4 44 1 v 21 25 | · 2 3 · |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|-----------------------|--------------------|----------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| | fogyatkozás | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán |
| | | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | |
| Nov. | h m | 24h 00m | h m | h m | 24h 00m |
| 1 | | 4 3 · 1 · 2 | 42 k 20 57 2 k 21 22 42 v 23 20 2 v 23 37 | | |
| 2 | | 3 · 4 · 2 | | | · 1 |
| 3 | | · 1 | | | 3 · 4 · 2 |
| 4 | 3 k 1 24 | | | 3 v 3 44 | 1 · 2 · 4 · 3 |
| 5 | | 2 · · 1 | 41 k 5 11 1 k 5 17 | | 3 · 4 · |
| 6 | 1 k 2 30 | · 2 | 41 k 23 40 1 k 23 43 | 1 v 4 42 | 3 · · 4 |
| 7 | 2 k 4 35 1 k 20 58 | 3 · | 41 v 1 49 1 v 1 50 | 1 v 23 08 | · 1 · 2 · 4 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|--------------------|----------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Nov. | 24h 00m | h m | h m | 24h 00m | h m |
| 8 | 3 · 1 · | 1 v 20 16 41 v 20 17 42 k 23 35 2 k 23 36 | | 4 · | |
| 9 | · 3 · 2 | 2 v 1 52 42 v 1 57 | | · 1 4 · | |

| Dátum | A holdak a holdgó | | | | |
|-------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | körönggja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Nov. | 24h 00m | h m | h m | 24h 00m | m |
| 10 | 1° 3' | | | 2° 4' | 2 v 20 15 |
| 11 | | | 3 k 5 20 | 4° 1' 2° 3' | |
| 12 | 4° 2' 1' | | | 3° | |
| 13 | 4° 2' | | | 1° 3° | |
| 14 | 4° 3' | 1 k 1 26 41 k 1 34 1 v 3 34 41 v 3 43 3 k 19 19 3 v 22 30 43 v 21 24 | 1 k 22 43 | 2° | |
| 15 | 4° 3' 1' | 1 k 19 52 41 k 18 03 1 v 21 59 41 v 22 12 | | 2° | 1 v 1 03 |
| 16 | 4° 3' 2' | 2 k 1 50 42 k 2 13 2 v 4 07 42 v 4 35 | | 1° | 1 v 19 32 |
| 17 | 4° 1' 3' | | 2 k 20 01 | 2° | 2 v 22 50 |
| 18 | 4° | | | 1° 2° 3' | |
| 19 | 2° 4' 1' | | | 3° | |
| 20 | 2° | | 1 k 6 01 | 1° 4' 3° | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | k o r o n g j a | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árvékuk(á) | mögött | | |
| Nov. | 24h 00m | h m | h m | 24h 00m | h m |
| 21 | 3 · | 1 k 3 09 á1 k 3 29 1 v 5 17 á1 v 5 38 3 k 22 04 á3 k 23 20 3 v 23 48 | 1 k 22 27 | · 1 · 2 · 4 | |
| 22 | 3 · 1 · | á3 v 1 26 1 k 21 30 á1 k 21 58 1 v 23 43 | 1 k 0 27 | 2 · · 4 | 1 v 2 59 |
| 23 | · 3 2 · | á1 v 0 07 2 k 4 05 á2 k 4 00 | | · 1 · 4 | 1 v 21 27 |
| 24 | · 3 1 · | | 2 k 22 15 | 4 · | |
| 25 | | | | · 1 · 3 2 · 4 | 2 v 1 26 |
| 26 | · 1 2 · | 2 v 19 31 á2 v 20 31 | | · 3 4 · | |
| 27 | · 2 | | | · 1 · 4 · 3 | |
| 28 | 4 · · 1 3 · | 1 k 4 54 1 k 5 24 | | · 2 | |
| 29 | 3 · 4 · | 3 k 1 21 3 v 3 08 á3 k 3 21 á3 v 5 27 1 k 23 20 1 k 23 52 | 1 k 2 12 | 2 · | 1 v 4 54 |
| 30 | 4 · · 3 2 · | 1 v 1 28 á1 v 0 02 | 1 k 20 38 | · 1 | 1 v 23 23 |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|--------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Dec. | 22h 45m | h m | h m | 22h 45m | h m |
| 1 | 4 · 3 1 · | 1 v 19 54 á1 v 20 30 | | · 2 | |
| 2 | 4 · | | 2 k 0 30 | · 3 · 1 · 2 | 2 v 4 02 3 v 19 37 |
| 3 | · 4 1 · 2 · | 2 k 19 30 á2 k 20 47 2 v 21 49 á2 v 23 09 | | · 3 | |
| 4 | · 4 · 2 | | | 1 · 3 · | |
| 5 | · 4 · 1 | | | 3 · · 2 | |
| 6 | 3 · · 4 | | 1 k 3 58 | 1 · 2 · | |
| 7 | 3 · 2 · | 1 k 1 05 á1 k 1 48 1 v 3 14 á1 v 3 57 | | · 4 | |
| 8 | · 3 · 2 1 · | 1 k 19 32 á1 k 10 16 1 v 21 40 á1 v 22 25 | | · 4 | 1 v 1 18 |
| 9 | | | 2 k 2 47 3 v 20 24 | · 1 · 2 · 4 | 1 v 19 47 3 k 21 32 3 v 23 39 |
| 10 | 1 · | 2 k 21 49 á2 k 23 25 | | · 3 · 4 | |
| 11 | · 2 | 2 v 0 08 á2 v 1 46 | | · 1 3 · 4 · | |
| | | | | | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyekuk(á) | mögött | | |
| Dec. | 22h 45m | h m | h m | 22h 45m | h m |
| 12 | · 1 | | | · 2 3 · 4 · | 2 v 19 56 |
| 13 | 3 · | | | 1 · 2 4 · | |
| 14 | 3 · 2 · 1 | 1 k 2 52 ál k 3 43 | | 4 · | |
| 15 | · 3 4 · · 2 | 1 k 21 19 ál k 22 12 1 v 23 27 | 1 k 0 11 | | 1 v 3 13 |
| 16 | 4 · | ál v 0 20 | 1 k 18 37 3 k 21 55 3 v 23 54 | · 1 · 2 | 1 v 21 42 |
| 17 | 4 · 1 · 2 · | ál v 18 49 | | · 3 | 3 k 1 33 |
| 18 | 4 · · 2 | 2 k 0 10 ál k 2 02 2 v 2 30 | | · 1 3 · | |
| 19 | 4 · · 1 | | | · 2 3 · | 2 v 22 34 |
| 20 | · 4 3 · | | | 1 · 2 · | |
| 21 | · 4 3 · 2 · 1 | | | | |
| 22 | · 3 · 4 · 2 1 · | 1 k 23 07 | 1 k 1 59 | | |
| 23 | | ál k 0 07 1 v 1 15 ál v 2 16 | 1 k 20 26 | · 3 · 4 · 2 | 1 v 23 38 |
| 24 | 1 · | ál k 18 36 1 v 19 42 ál v 20 45 | 3 k 1 25 3 v 3 28 | 2 · · 3 · 4 | |

| Dátum | A holdak a bolygó | | | | |
|-------|---------------------|----------------------------------------------------|-----------|---------------------|-------------|
| | nyugati oldalán | korongja | | keleti oldalán | fogyatkozás |
| | | előtt ill. árnyékuk(á) | mögött | | |
| Dec. | 22h 45 ^m | h m | h m | 22h 45 ^m | h m |
| 25 | 2° | 2 k 2 33 | | 1° 3' 4" | |
| 26 | 1° | | 2 k 20 39 | 3° 4' | |
| 27 | 3° | 43 k 19 28 43 v 21 33 | | 1° 2' 4" | 2 v 1 11 |
| 28 | 3° 2' 1" | 42 k 17 59 2 v 18 06 42 v 20 19 | | 4' | |
| 29 | 3° 2' | | 1 k 3 48 | 1° 4' | |
| 30 | 3° | 1 k 0 56 41 k 2 02 1 v 3 04 | 1 k 22 15 | 2° 4' | |
| 31 | 1° | 1 k 19 23 41 k 20 31 1 v 21 32 41 v 22 40 | | 4° 2' 3" | 1 v 1 33 |
| | | | | | |

IV. Adatok a szabadban való látásra vonatkozólag

| Dátum | A n a p p a l | | | Polgári | Navigá- ciós | Csilla- gászati |
|---------|------------------------|----------|----------|---------|-----------------|--------------------|
| | s z ü r k ü l e t | | | | | |
| | t a r t a m a | | | | | |
| | 46° | 47° | 48° | | | |
| | földrajzi szélességnél | | | | | |
| Január | óra perc | óra perc | óra perc | perc | óra perc | óra perc |
| 1 | 8 43 | 8 35 | 8 27 | 35 | 1 14 | 1 51 |
| 7 | 8 49 | 8 43 | 8 35 | 35 | 1 13 | 1 50 |
| 13 | 9 00 | 8 52 | 8 44 | 35 | 1 12 | 1 49 |
| 19 | 9 10 | 9 04 | 8 58 | 34 | 1 11 | 1 48 |
| 25 | 9 25 | 9 19 | 9 12 | 33 | 1 10 | 1 46 |
| Február | | | | | | |
| 1 | 9 42 | 9 38 | 9 32 | 33 | 1 09 | 1 45 |
| 7 | 9 59 | 9 55 | 9 49 | 32 | 1 08 | 1 44 |
| 13 | 10 17 | 10 13 | 10 09 | 32 | 1 07 | 1 43 |
| 19 | 10 35 | 10 32 | 10 29 | 31 | 1 07 | 1 42 |
| 25 | 10 53 | 10 51 | 10 49 | 31 | 1 06 | 1 41 |
| Március | | | | | | |
| 1 | 11 06 | 11 04 | 11 02 | 31 | 1 06 | 1 41 |
| 7 | 11 26 | 11 25 | 11 23 | 30 | 1 06 | 1 41 |
| 13 | 11 46 | 11 44 | 11 44 | 30 | 1 06 | 1 42 |
| 19 | 12 05 | 12 05 | 12 05 | 30 | 1 06 | 1 43 |
| 25 | 12 25 | 12 25 | 12 27 | 31 | 1 07 | 1 44 |
| Április | | | | | | |
| 1 | 12 47 | 12 49 | 12 51 | 31 | 1 08 | 1 46 |
| 7 | 13 07 | 13 09 | 13 11 | 31 | 1 09 | 1 49 |
| 13 | 13 26 | 13 29 | 13 32 | 32 | 1 10 | 1 52 |
| 19 | 13 45 | 13 48 | 13 52 | 32 | 1 12 | 1 56 |
| 25 | 14 03 | 14 07 | 14 11 | 33 | 1 14 | 2 00 |
| Május | | | | | | |
| 1 | 14 21 | 14 25 | 14 31 | 34 | 1 17 | 2 05 |
| 7 | 14 36 | 14 42 | 14 48 | 35 | 1 19 | 2 11 |
| 13 | 14 52 | 14 58 | 15 05 | 36 | 1 22 | 2 18 |
| 19 | 15 06 | 15 13 | 15 20 | 37 | 1 25 | 2 25 |
| 25 | 15 18 | 15 26 | 15 33 | 38 | 1 28 | 2 33 |
| Június | | | | | | |
| 1 | 15 30 | 15 38 | 15 46 | 39 | 1 30 | 2 42 |
| 7 | 15 38 | 15 46 | 15 54 | 39 | 1 33 | 2 49 |
| 13 | 15 42 | 15 52 | 16 00 | 40 | 1 34 | 2 54 |
| 19 | 15 45 | 15 54 | 16 03 | 40 | 1 35 | 2 57 |
| 25 | 15 45 | 15 54 | 16 03 | 40 | 1 34 | 2 56 |

IV. Adatok a szabadban való látásra vonatkozólag

| Dátum | A n a p p a l | | | Polgári | Navigá- ciós | Csilla- gászati |
|------------------------|-------------------|----------|----------|---------|-----------------|--------------------|
| | s z ű r k ű l e t | | | | | |
| | t a r t a m a | | | | | |
| | 46° | 47° | 48° | | | |
| földrajzi szélességnél | | | | | | |
| Július | óra perc | óra perc | óra perc | perc | óra perc | óra perc |
| 1 | 15 41 | 15 50 | 15 59 | 40 | 1 33 | 2 52 |
| 7 | 15 36 | 15 44 | 15 53 | 39 | 1 32 | 2 46 |
| 13 | 15 27 | 15 35 | 15 43 | 38 | 1 29 | 2 38 |
| 19 | 15 17 | 15 24 | 15 32 | 37 | 1 27 | 2 30 |
| 25 | 15 04 | 15 12 | 15 18 | 37 | 1 24 | 2 23 |
| Augusztus | | | | | | |
| 1 | 14 48 | 14 54 | 15 00 | 35 | 1 21 | 2 15 |
| 7 | 14 33 | 14 38 | 14 44 | 35 | 1 18 | 2 09 |
| 13 | 14 15 | 14 21 | 14 25 | 34 | 1 16 | 2 03 |
| 19 | 13 54 | 14 02 | 14 07 | 33 | 1 27 | 1 58 |
| 25 | 13 41 | 13 44 | 13 47 | 32 | 1 11 | 1 54 |
| Szeptember | | | | | | |
| 1 | 13 19 | 13 21 | 13 25 | 32 | 1 10 | 1 50 |
| 7 | 13 00 | 13 02 | 13 04 | 31 | 1 08 | 1 48 |
| 13 | 12 41 | 12 43 | 12 43 | 31 | 1 07 | 1 45 |
| 19 | 12 21 | 12 22 | 12 23 | 30 | 1 06 | 1 44 |
| 25 | 12 02 | 12 02 | 12 02 | 30 | 1 06 | 1 42 |
| Október | | | | | | |
| 1 | 11 43 | 11 42 | 11 41 | 30 | 1 06 | 1 42 |
| 7 | 11 23 | 11 23 | 11 21 | 30 | 1 06 | 1 41 |
| 13 | 11 04 | 11 02 | 11 00 | 31 | 1 06 | 1 41 |
| 19 | 10 46 | 10 43 | 10 40 | 31 | 1 06 | 1 41 |
| 25 | 10 27 | 10 24 | 10 20 | 31 | 1 07 | 1 42 |
| November | | | | | | |
| 1 | 10 07 | 10 02 | 9 57 | 32 | 1 08 | 1 43 |
| 7 | 9 49 | 9 45 | 9 39 | 32 | 1 09 | 1 44 |
| 13 | 9 34 | 9 28 | 9 22 | 33 | 1 10 | 1 46 |
| 19 | 9 19 | 9 13 | 9 06 | 34 | 1 11 | 1 47 |
| 25 | 9 06 | 9 00 | 8 52 | 34 | 1 12 | 1 48 |
| December | | | | | | |
| 1 | 8 56 | 8 48 | 8 40 | 35 | 1 13 | 1 49 |
| 7 | 8 47 | 8 39 | 8 31 | 35 | 1 14 | 1 50 |
| 13 | 8 42 | 8 34 | 8 27 | 35 | 1 14 | 1 51 |
| 19 | 8 38 | 8 30 | 8 22 | 36 | 1 14 | 1 52 |
| 25 | 8 39 | 8 31 | 8 22 | 36 | 1 14 | 1 51 |

V. Budapestén látható csillagfedések 1952-ben (Világidőben)

| Dátum | N.Z.C. | Csillag | Mag. | Fázis | A Hold kora | Világidő | a | b | |
|-------|--------|--------------|------|-------|-------------|----------|------|------|-----|
| Jan. | | | | | d | h m | m | m | ° |
| 1 | 3333 | — 9°6038 f. | 6.8 | D | 4.2 | 17 10.2 | — | — | 120 |
| 2 | 3474 | 14 Pisc | 6.0 | D | 5.2 | 17 50.8 | —1.0 | +0.1 | 54 |
| 6 | 438 | +21°397 m | 6.7 | D | 9.5 | 23 59.5 | —0.1 | —2.2 | 110 |
| 7 | 538 | 18 Taur | 5.6 | D | 10.4 | 20 48.6 | —1.7 | +0.4 | 64 |
| 7 | 555 | +24°571 | 6.8 | D | 10.4 | 22 39.1 | —1.3 | —0.2 | 61 |
| 8 | 571 | +24°583 | 6.9 | D | 10.5 | 0 34.4 | —0.9 | +0.3 | 39 |
| 8 | 574 | +24°587 | 6.8 | D | 10.5 | 0 55.1 | —0.7 | 0.0 | 42 |
| 8 | 701 | 26°731 m. | 6.5 | D | 11.4 | 20 35.8 | —1.9 | +0.3 | 79 |
| 9 | 840 | 10.7 B. Auri | 6.5 | D | 12.4 | 22 31.4 | —1.6 | —1.7 | 112 |
| 14 | 1434 | ψ Leon | 5.6 | R | 17.4 | 20 36.3 | —0.7 | +1.4 | 275 |
| 19 | 1845 | 343 B. Virg | 6.5 | R | 21.7 | 4 23.0 | 1.8 | —0.7 | 285 |
| Febr. | | | | | | | | | |
| 2 | 370 | 26 Arie | 6.1 | D | 6.8 | 16 18.7 | —0.6 | +3.3 | 13 |
| 7 | 958 | 27°1054 | 6.7 | D | 11.0 | 0 18.3 | —0.3 | —2.0 | 115 |
| 7 | 1085 | 25°1594 | 7.0 | D | 12.0 | 23 22.1 | —0.9 | —2.1 | 122 |
| 11 | 1420 | +15°2087 | 6.6 | D | 15.1 | 0 31.0 | —1.1 | —1.9 | 133 |
| 28 | 197 | +11°172 | 7.0 | D | 3.3 | 17 34.5 | —0.8 | —2.6 | 110 |
| 29 | 336 | +17°339 | 7.4 | D | 4.4 | 19 50.9 | —0.2 | —1.5 | 91 |
| Márc. | | | | | | | | | |
| 1 | 470 | +22°457 | 7.0 | D | 5.5 | 21 43.4 | 0.0 | —1.0 | 73 |
| 3 | 746 | 27°716 | 6.8 | D | 7.4 | 20 20.7 | —0.7 | —2.4 | 119 |
| 4 | 885 | 406 B. Taur | 5.6 | D | 8.4 | 17 58.8 | —2.0 | 1.3 | 62 |
| 4 | 890 | 136 Taur | 4.5 | D | 8.4 | 19 36.8 | —1.0 | —3.0 | 135 |
| 4 | 906 | 27°943 | 6.8 | D | 8.5 | 23 24.5 | +0.8 | —2.9 | 154 |
| 4 | 909 | 415 B Taur | 6.1 | D | 8.6 | 23 33.7 | —0.4 | —1.0 | 69 |
| 6 | 1155 | 176 B. Gemi | 6.3 | D | 10.4 | 18 57.2 | —1.2 | —3.6 | 158 |
| 6 | 1157 | 181 B. Gemi | 6.0 | D | 10.4 | 19 58.7 | — | — | 185 |
| 6 | 1168 | +24°1755 | 6.8 | D | 10.5 | 22 31.2 | — | — | 51 |
| 7 | 1269 | +21°1844 | 7.0 | D | 11.4 | 18 32.6 | —1.5 | —1.0 | 131 |
| 7 | 1277 | η Canc | 5.5 | D | 11.5 | 22 20.9 | +0.1 | —3.5 | 170 |
| 8 | 1292 | +20°2149 | 6.7 | D | 11.7 | 2 05.8 | +0.1 | —1.8 | 118 |
| 8 | 1296 | 40 Canc | 6.5 | D | 11.7 | 2 21.6 | —0.4 | —0.9 | 57 |
| 8 | 1295 | 39 Canc | 6.5 | D | 11.7 | 2 24.4 | — | — | 43 |
| 8 | 1298 | 102 B. Canc | 6.5 | D | 11.7 | 2 27.8 | +0.3 | —1.8 | 125 |
| 8 | 1302 | 20°2172 | 6.7 | D | 11.7 | 2 33.8 | +0.2 | —1.6 | 107 |
| 19 | 2586 | 210 B. Scor | 6.0 | R | 22.8 | 3 33.7 | —1.2 | —0.2 | 321 |
| 29 | 539 | q Taur | 4.4 | D | 4.0 | 20 34.1 | +0.4 | —1.8 | 113 |

V. Budapesten látható csillagfedések 1952-ben (Világidőben)

| Dátum | N.Z.C. | Csillag | M _g | Fázis | A Hold kora | Világidő | a | b | P |
|--------|--------|---------------|----------------|-------|-------------|----------|------|------|-----|
| Márc. | | | | | d | h m | m | m | ° |
| 30 | 701 | +26°731 m. | 6.5 | D | 4.9 | 19 43.6 | -0.9 | -0.2 | 48 |
| 31 | 840 | 107 B. Auri | 6.5 | D | 6.0 | 20 31.5 | -0.8 | -0.8 | 63 |
| Ápr. | | | | | | | | | |
| 1 | 994 | +27°1122 | 6.5 | D | 7.0 | 19 34.7 | -0.9 | -1.8 | 109 |
| 2 | 1117 | A Gemi | 5.1 | D | 8.0 | 20 28.2 | -1.1 | -1.5 | 94 |
| 4 | 1340 | +18°2090 | 6.6 | D | 9.9 | 17 58.2 | -1.0 | -2.9 | 162 |
| 4 | 1343 | +18°2093 | 6.6 | D | 9.9 | 18 53.5 | — | — | 178 |
| 7 | 1635 | 75 Leon | 5.4 | D | 13.0 | 20 24.4 | -0.8 | -1.7 | 156 |
| 7 | 1637 | 76 Leon | 6.0 | D | 13.1 | 21 50.3 | -0.6 | -2.1 | 162 |
| 29 | 1068 | -25°1542 | 6.9 | D | 5.5 | 19 25.7 | +0.8 | -3.6 | 168 |
| Máj. | | | | | | | | | |
| 1 | 1312 | +19°2095 | 6.8 | D | 7.5 | 21 12.3 | +0.5 | -2.8 | 171 |
| 13 | 2660 | 58 G. Sgtr | 6.1 | R | 18.7 | 0 05.3 | -1.7 | +1.2 | 230 |
| Júl. | | | | | | | | | |
| 2 | 2046 | -19°3846 | 6.9 | D | 10.5 | 19 28.5 | -1.7 | -0.8 | 102 |
| 3 | 2174 | -23°12133 | 6.4 | D | 11.5 | 19 44.8 | — | — | 41 |
| 10 | 3181 | 45 Capr | 5.9 | R | 17.7 | 0 29.4 | 0.0 | +2.1 | 177 |
| 10 | 3177 | 44 Capr | 6.0 | R | 17.7 | 0 38.9 | -2.0 | +0.2 | 277 |
| 11 | 3322 | 167 G. Aqarm. | 6.4 | R | 18.7 | 0 55.9 | -1.6 | +0.8 | 257 |
| 17 | 539 | q Taur | 4.4 | R | 24.7 | 0 05.7 | +0.1 | +1.2 | 284 |
| 17 | 541 | 20 Taur | 4.0 | R | 24.7 | 0 20.8 | +0.3 | +1.5 | 251 |
| 17 | 542 | 21 Taur | 5.8 | R | 24.7 | 0 21.9 | -0.1 | +1.0 | 293 |
| 17 | 543 | 22 Taur | 6.5 | R | 24.7 | 0 27.3 | 0.0 | +1.2 | 283 |
| Aug. | | | | | | | | | |
| 2 | 2586 | 210 B. Scor | 6.0 | D | 11.9 | 20 45.0 | -1.8 | -0.8 | 124 |
| 6 | 3253 | e Aqar | 5.4 | R | 16.0 | 22 13.5 | -0.9 | +1.5 | 213 |
| 31 | 2879 | -25°14267 | 6.6 | D | 11.2 | 20 56.9 | -1.4 | -0.4 | 79 |
| Szept. | | | | | | | | | |
| 7 | 317 | 20 H. Arie | 6.4 | R | 18.2 | 19 33.3 | +0.7 | +2.4 | 185 |
| 14 | 1178 | 82 Gemi | 6.2 | R | 24.4 | 0 48.3 | -0.2 | +0.8 | 297 |
| 15 | 1299 | ε Canc | 6.3 | R | 25.5 | 2 05.7 | -0.9 | -1.7 | 344 |
| 29 | 3105 | 114 B Capr | 6.2 | D | 10.5 | 18 29.2 | -1.3 | +0.9 | 56 |
| 30 | 3253 | e Aqar | 5.4 | D | 11.5 | 18 12.4 | -1.8 | +0.7 | 107 |
| Okt. | | | | | | | | | |
| 5 | 399 | μ Arie | 5.7 | R | 16.6 | 19 46.7 | — | — | 167 |

V. Budapestén látható csillagfedések 1952-ben (Világidőben)

| Dátum | N.Z.C. | Csillag | Mag. | Fázis | A Hold kora | Világidő | a | b | P |
|-------|--------|--------------|------|-------|-------------|----------|------|------|-----|
| Okt. | | | | | d | h m | m | m | ° |
| 6 | 539 | q Taur | 4.4 | D | 17.7 | 22 09.3 | -0.8 | +1.7 | 73 |
| 6 | 541 | 20 Taur | 4.0 | D | 17.7 | 22 29.1 | -1.5 | +0.7 | 108 |
| 6 | 536 | 16 Taur | 5.4 | R | 17.7 | 22 52.1 | -0.4 | +2.7 | 213 |
| 6 | 539 | q Taur | 4.4 | R | 17.7 | 23 19.6 | -1.1 | +1.7 | 244 |
| 6 | 541 | 20 Taur | 4.0 | R | 17.7 | 23 25.1 | -0.5 | +2.9 | 210 |
| 6 | 542 | 21 Taur | 5.8 | R | 17.7 | 23 45.1 | -1.3 | +1.5 | 249 |
| 6 | 543 | 22 Taur | 6.5 | R | 17.7 | 23 47.6 | -1.2 | +1.7 | 242 |
| 8 | 844 | 112 B Aurim. | 5.7 | R | 19.6 | 21 31.5 | 0.0 | +1.7 | 255 |
| 11 | 1250 | 49 B. Canc | 5.9 | R | 22.7 | 23 37.0 | -0.1 | +1.0 | 289 |
| 26 | 3057 | -19°5960 | 6.7 | D | 7.8 | 17 07.7 | -0.1 | +1.9 | 1 |
| 28 | 3334 | 67 Aqar | 6.3 | D | 9.8 | 17 08.8 | -0.9 | +1.7 | 32 |
| 30 | 68 | 51 Pisc | 5.7 | D | 11.9 | 20 30.8 | -2.3 | -0.4 | 100 |
| Nov. | | | | | | | | | |
| 8 | 1224 | u Canc | 5.4 | R | 20.2 | 2 28.2 | -1.5 | -1.2 | 312 |
| 22 | 3026 | -19°5905 | 7.3 | D | 5.2 | 18 33.4 | -0.4 | 0.0 | 42 |
| 27 | 163 | +10°128 | 7.2 | D | 10.3 | 20 24.7 | -1.5 | +0.4 | 66 |
| 27 | 177 | 11°158 | 7.1 | D | 10.4 | 23 39.2 | 0.7 | -0.5 | 62 |
| 29 | 311 | 47 B. Arie | 6.5 | D | 11.5 | 1 12.3 | -0.8 | +1.2 | 22 |
| 30 | 552 | η Taur | 3.0 | D | 13.3 | 17 37.1 | -1.7 | 0.0 | 131 |
| 30 | 552 | η Taur | 3.0 | R | 13.3 | 18 07.9 | +0.7 | +3.8 | 188 |
| Dec. | | | | | | | | | |
| 4 | 1055 | 37 Gemi | 5.8 | R | 16.5 | 2 25.3 | -0.5 | -3.7 | 338 |
| 4 | 1161 | 187 B. Gemi | 6.2 | R | 17.4 | 21 49.6 | -1.1 | +0.6 | 293 |
| 20 | 3118 | -16°5840 | 6.9 | D | 3.6 | 15 53.4 | -1.7 | -1.2 | 98 |
| 26 | 370 | 26 Arie | 6.1 | D | 9.6 | 15 37.4 | +0.4 | +3.2 | 8 |
| 26 | 387 | +19°389 | 6.9 | D | 9.7 | 19 34.6 | -1.3 | +1.7 | 39 |
| 28 | 536 | 16 Taur | 5.4 | D | 10.9 | 1 35.7 | +0.1 | -2.1 | 116 |
| 28 | 539 | q Taur | 4.4 | D | 11.0 | 1 44.2 | -0.2 | -1.1 | 77 |
| 28 | 541 | 20 Taur | 4.0 | D | 11.0 | 2 00.0 | +0.1 | -1.6 | 101 |
| 28 | 542 | 21 Taur | 5.8 | D | 11.0 | 2 05.5 | -0.3 | -0.7 | 59 |
| 28 | 543 | 22 Taur | 6.5 | D | 11.0 | 2 07.4 | -0.2 | -0.8 | 66 |
| 28 | 546 | +23°523 | 7.0 | D | 11.0 | 2 22.9 | +0.6 | -2.5 | 133 |
| 28 | 548 | +24°562 | 6.7 | D | 11.0 | 2 29.8 | 0.0 | -0.9 | 72 |
| 28 | 553 | +25°540 | 6.8 | D | 11.0 | 2 46.7 | +0.6 | -2.2 | 128 |

A csillagos ég az 1952. évben

JANUÁR

ZENITH



1. ábra. A csillagos ég északi fele január hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekér (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászbok (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig az Ophiucus, utána a Sagittarius csillagképekben. 6-án legnagyobb nyugati kitérésben 23° távolságra a Naptól. A hó első felében látható a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 25-én 17 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3° -kal északra. Fázisa 1-én 0.49, 21-én 8.85. Fényessége 0.0^m . – *Venus* előretartó mozgást végez 4-ig a Libra, 10-ig a Scorpio, 24-ig az Ophiucus, utána pedig a Sagittarius csillagképekben. A hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. 24-én 8 órakor együttállásban a

ZENITH



2. ábra. A csillagos ég déli fele január hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszár (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Pisces austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

Holddal, ettől 6° -kal északra. Fázisa 15-én 0.75 . Fényessége 3.6^m . — Mars előretartó mozgást végez a Virgó csillagképben. Éjfélt után látható a keleti égbolton. 2-án 18 órakor együttállásban a Neptunusszal, utóbbtól $0^{\circ}.2$ -kal délre, 20-án a Holddal, ettől 7° -kal északra. Fényessége a hónap elején $+1.3^m$, végén $+0.8^m$. — Jupiter előretartó mozgást végez a Pisces csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. 3-án 21 órakor és 31-én 13 órakor együttállásban a Holddal, mindkét esetben ettől 5° -kal délre. Fényessége -1.9^m . — Saturnus 25-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Éjfélt után látható a keleti égbolton. 19-én 10 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7° -kal északra. Fényessége $+0.9^m$. — Uranus hátráló mozgást végez a Gemini csillagképben. Az egész éj folyamán látható. 3-án szembenállásban a Nappal. — Neptunus 24-ig előretartó, után hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Éjfélt után látható a keleti égbolton.

Hullócsillagok. 2-től 3-ig a Bootidák; 17-én a Cygnidák, lassú mozgásúak.



3. ábra. A csillagos ég északi fele február hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekér (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótaró (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cét (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini)

Teljes napfogyatkozás 25-én, látható Afrikában és Ázsia nyugati részeiben. Nálunk mint részleges fogyatkozás figyelhető meg. Adatai Budapestre: Fogyatkozás kezdete 9 óra 40.8 perc; legnagyobb fázis 0.30, 10 óra 34.6 perckor; fogyatkozás vége 11 óra 29.3 perckor.

Részleges holdfogyatkozás 10—11-én, nálunk is látható. Belépés a fényárnyékba 10-én 23 óra 6.2 perckor; belépés a teljes árnyékba 11-én 1 óra 3.3 perckor; fogyatkozás közepe 1 óra 39.3 perckor; kilépés a teljes árnyékból 2 óra 15.3 perckor; kilépés a félfényárnyékból 4 óra 12.4 perckor. A fogyatkozás nagysága 0.088.

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 3-ig a Sagittarius, 18-ig a Capricornus, utána pedig az Aquarius csillagképekben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 22-én felső együttállásban a Nappal. Fázisa 5-én 0.95. — *Venus* előretartó mozgást végez 21-ig a Sagitta-



4. ábra. A csillagos ég déli fele február hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Víz kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berénice baia (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

rius, utána a Capricornus csillagképekben. A hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton. 23-án 4 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3^o-kal északra. Fázisa 15-én 0.83. — *Mars* előretartó mozgást végez 4-ig a Virgo, utána a Libra csillagképekben. Az éjfélutáni órákban látható a keleti égbolton. 17-én 16 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^o-kal északra. Fényessége a hónap végén $+0.2^m$. *Jupiter* előretartó mozgást végez a Pisces csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. 28-án 9 órakor együttállásban a Holddal, ettől 5^o-kal délre. — *Saturnus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éj folyamán látható. 15-én 15 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^o-kal északra. — *Uranus* hátráló mozgást végez a Gemini csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éj folyamán látható. — *Neptunus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Az éjszaka második felében látható a keleti égbolton.

Hullócsillagok: 5-től 10-ig az Aurigidák, nagyon lassúak, fényesek.

MÁRCIUS

ZENITH



5. ábra. A csillagos ég északi fele március hó 1-én Magyarországon, 21 óraker.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekere (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gylk (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 3-ig az Aquarius, utána a Pisces csillagképekben. 26-án stacionárius, utána hátráló mozgást vesz fel. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. 27-én 0 óraker együttállásban a Holddal, ettől $0^{\circ}7'$ -kal délre. Fázisa 6-án 0.90, 26-án 0.17; fényessége -1.2^m , ill. $+1.2^m$. — *Venus* előretartó mozgást végez 14-ig a Capricornus, utána az Aquarius csillagképekben. A hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton. 24-én 3 óraker együttállásban a Holddal, ettől 2° -kal délre. Fázisa 15-én 0.90. — *Mars* 25-ig előretartó mozgást végez a Libra csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éj folyamán látható. 16-án 9 óraker együttállásban a Holddal, ettől 7° -kal északra. Fényessége a hónap elején $+0.1^m$, végén -0.7^m . — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Pisces csillagképben. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. 27-én

ZENITH



6. ábra. A csillagos ég déli fele március hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyílás (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

6 órakor együttállásban a Holddal, ettől 6^o-kal délre. — *Saturnus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. A koraesti órákban kel és az egész éj folyamán látható. 13-án 18 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^o-kal északra. — *Uranus* 18-ig hátráló, utána előre-tartó mozgást végez a Gemini csillagképben. Az éjszaka első felében látható a nyugati égbolton. — *Neptunus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Napnyugta után kel és az egész éj folyamán látható.

Hullócsillagok. 10-től 12-ig a Bootidák, gyors mozgásúak, mara-dandó nyommal.

ÁPRILIS ZENITH



7. ábra. A csillagos ég északi fele április hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekér (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gylk (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur az egész hó folyamán a Pisces csillagképben tartózkodik. 17-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. A hó utolsó napjaiban látható a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 5-én alsó együttállásban a Nappal. 16-án 20 órakor együttállásban a Venusszal, utóbbtól $1^{\circ}3'$ -kal északra. 22-én 17 órakor együttállásban a Holddal, ettől 6° -kal délre. Fázisa 10-én 0.03, 30-án 0.37. — *Venus* előretartó mozgást végez, 3-ig az Aquarius, utána a Pisces csillagképekben. Napkeltekor látható a keleti égbolton. 23-án 5 órakor együttállásban a Holddal, ettől 6° -kal délre. Fázisa 15-én 0.95; fényessége -3.3^m . — *Mars* hátráló mozgást végez a Libra csillagképben. Az egész éj folyamán látható. 12-én 12 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7° -kal északra. Fényessége a hónap elején -0.8^m , végén -1.5^m . — *Jupiter* előretartó mozgást végez 28-ig a Pisces, utána az Aries csillagképekben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.



8. ábra. A csillagos ég déli fele április hó 1-én Magyarországon 21 órakor,

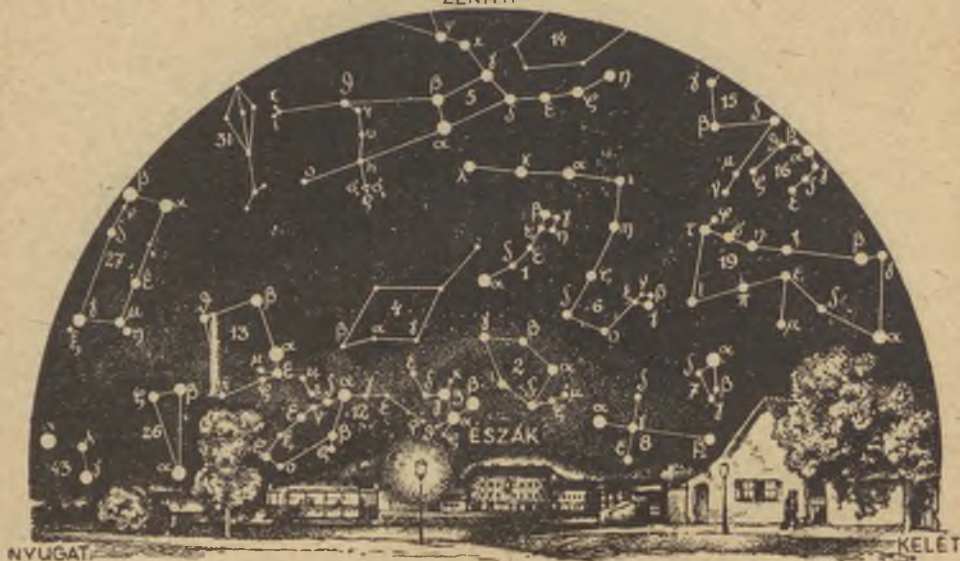
28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízikígyó (Hydra); 31. Iliúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Hólló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

17-én együttállásban a Nappal. — *Saturnus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. 1-én szembenállásban a Nappal. Az egész éj folyamán látható. 9-én 21 órakor együttállásban a Holddal, ettől 70°-kal északra. — *Uranus* előretartó mozgást végez a Gemini csillagképben. Napnyugtakor látható a nyugati égbolton. — *Neptunus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Az egész éj folyamán látható. 10-én szembenállásban a Nappal.

Hullócsillagok. 19-től 23-ig a Lyridák, gyors mozgásúak, maradandó nyommal.

MÁJUS

ZENITH



9. ábra. A csillagos ég északi fele május hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekero (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 17-ig a Pisces, 28-ig az Aries, utána a Taurus csillagképekben. A hó első felében látható a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 3-án legnagyobb nyugati kitérésében 27° távolságra a Naptól. 17-én 3 órakor együttállásban a Jupiterrel, utóbbtól 10.8 -kal délre. 22-én 11 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7° -kal délre. Fázisa 5-én 0.45 , 25-én 0.80 . — *Venus* előretartó mozgást végez, 5-ig a Pisces, 23-ig az Aries, utána a Taurus csillagképekben. Napkeltekor látható a keleti égbolton. 5-én 15 órakor együttállásban a Jupiterrel, utóbbtól $0^\circ.3$ -kal délre. Fázisa 15-én 0.98 . — *Mars* hátráló mozgást végez, 5-ig a Libra, utána a Virgo csillagképekben. Az egész éj folyamán látható. 1-én szembenállásban a Nappal, távolsága a Földtől 84 millió km., látszó átmérője $17''$ és fényessége -1.5 magn 9-én 4 órakor együttállásban a Holddal, ettől 6° -kal északra. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Aries csillagképben. Közvetlen



10. ábra. A csillagos ég déli fele május hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice h.a.a (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

napkelte előtt látható a keleti égbolton. 21-én 22 órakor együttállásban a Holddal, ettől 6° -kal délre. — *Saturnus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Az egész éj folyamán látható. Fényessége $+0.8^m$. 7-én 3 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7° -kal északra. — *Uranus* előretartó mozgást végez a Gemini csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. — *Neptunus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. Az egész éj folyamán látható.

Hullócsillagok. 6-án az Aquaridák, nagyon gyorsak és hosszú pályájúak; 11-től 14-ig a Herculidák, gyors mozgásúak; 30-án a Pegazidák, gyorsak maradandó nyommal.

JÚNIUS

ZENITH



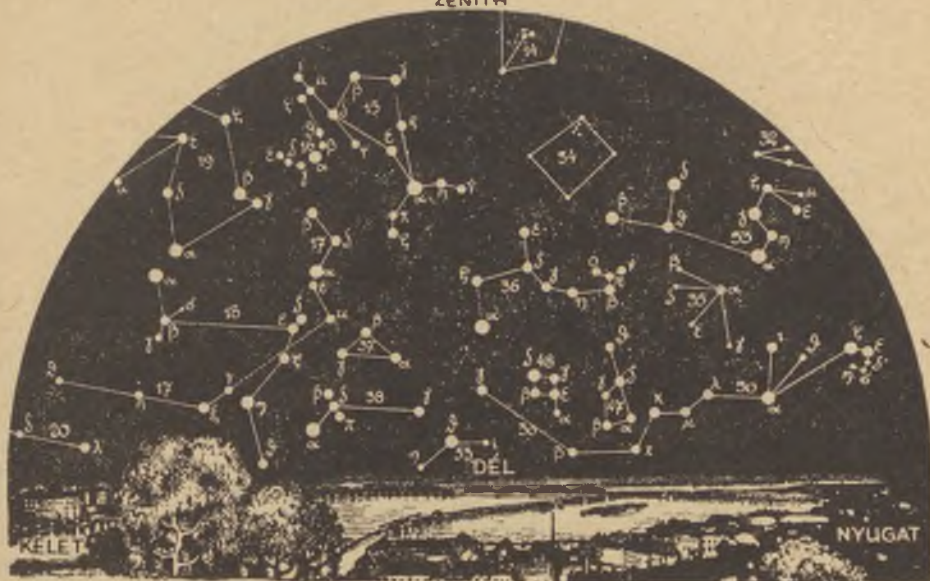
11. ábra. A csillagos ég északi fele június hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekere (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez, 14-ig a Taurus, 29-ig a Gemini, utána a Cancer csillagképekben. A hó második felében látható napnyugtakor a nyugati égbolton. Felső együttállásában a Nappal 9-én, 20-án 23 órakor együttállásban a Holddal ettől $0^{\circ}9'$ -kal délre. Fázisa 4-én 0.97, 24-én 0.80. — *Venus* előretartó mozgást végez 22-ig a Taurus, utána a Gemini csillagképekben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 24-én felső együttállásban a Nappal. Fázisa 14-én 1.00. — *Mars* egész hó folyamán a Virgo csillagképben tartózkodik, 11-ig hátráló, utána előretartó mozgást végezve. Az éjszaka első felében látható. Fényessége -1.0^m . 5-én 2 órakor együttállásban a Holddal, ettől 4° -kal északra. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Aries csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. Fényessége

ZENITH



12. ábra. A csillagos ég déli fele június hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

—1.7^m. 18-án 15 órakor együttállásban a Holddal, ettől 6^o-kal délre. — *Saturnus* 11-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Az éjszaka első felében látható a nyugati égbolton. 3-án 10 órakor és 30 -án 18 órakor együttállásban a Holddal, utóbbi-tól mindkét esetben 7^o-kal északra. — *Uranus* előretartó mozgást végez a Gemini csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg — *Neptunus* hátráló mozgást végez a Virgo csillagképben. 30-án stationárius. Éjjelleg látható a nyugati égbolton.

Hullócsillagok. 2-től 17-ig a Scorpionidák, lassúak és fényesek; 23-től 30-ig a Draconidák, nagyon lassúak.



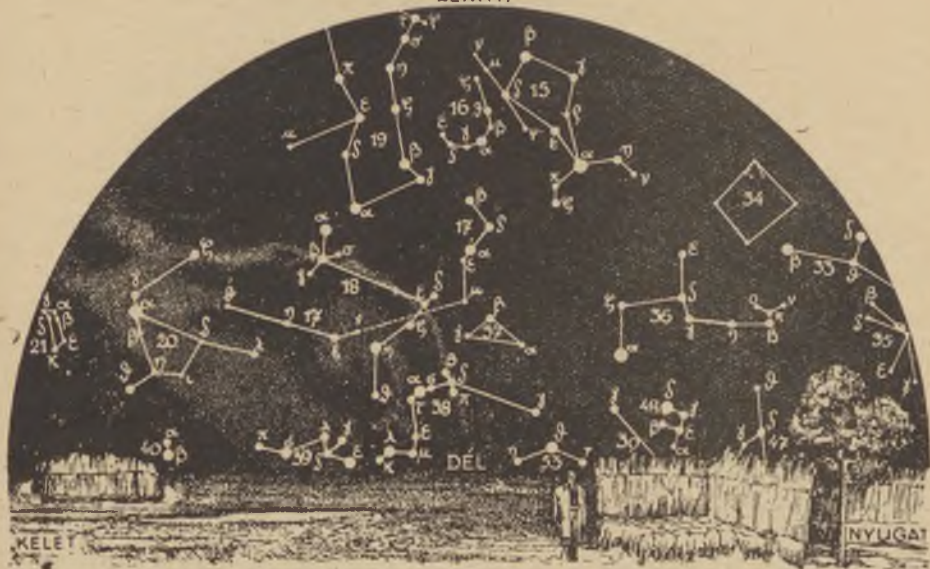
13. ábra. A csillagos ég északi fele július hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalia); 5. Nagy Göncöl-szekere (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 14-ig a Cancer, utána Leo csillagképekben. 28-án stacionárius, utána hátráló mozgást vesz fel. A hó végéig látható napnyugta után a nyugati égbolton. Az év folyamán megfigyelésre legalkalmasabb helyzetben. 15-én legnagyobb keleti kitérésben 27° távolságra a Naptól, fényessége $+0.6^m$. 24-én 5 órakor együttállásban a Holddal, ettől 2° -kal délre, fényessége $+1.1^m$. Fázisa 4-én 0.62, 24-én 0.30. — **Venus** előretartó mozgást végez, 14-ig a Gemini, 31-ig pedig a Cancer csillagképekben. A hó közepétől látható a nyugati égbolton, közvetlen napnyugta után, fényessége -3.4^m . Fázisa 15-én 0.99. — **Mars** előretartó mozgást végez, 11-ig a Virgo, utána a Libra csillagképekben. Az éjszaka első felében látható a nyugati égbolton, 2-án 16 órakor és 30-án 20 órakor együttállásban a Holddal, mindkét esetben utóbbtól 4° -kal északra. —

ZENITH



14. ábra. A csillagos és déli fele július hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

Jupiter előretartó mozgást végez az Aries csillagképben. Éjfélről látható a keleti égbolton. 16-án 5 órakor együttállásban a Holddal, ettől 70° -kal délre, fényessége -3.0^m . — *Saturnus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton, fényessége $+1.1^m$. 28-án 5 órakor együttállásban a Holddal, ettől 70° -kal északra. — *Uranus* előretartó mozgást végez a Gemini csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 6-án együttállásban a Nappal. — *Neptunus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton.

Hullócsillagok. 8-tól kezdve a Perseidák; 25-től 30-ig az Aquaridák, lassú mozgásúak.

AUGUSZTUS

ZENITH



15. ábra. A csillagos ég északi fele augusztus hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

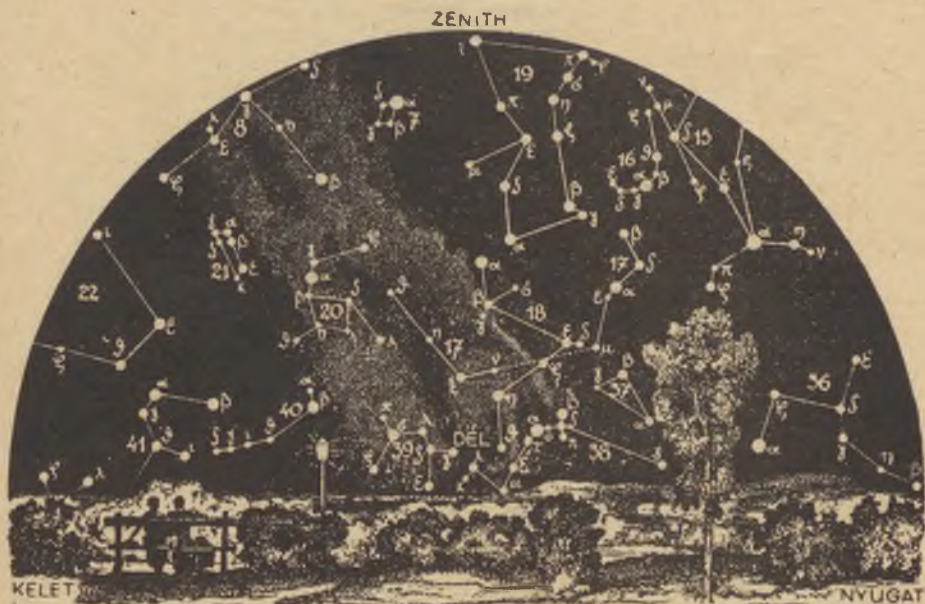
1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekere (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Gyűrűs napfogyatkozás 20-án, nálunk nem látható. A fogyatkozás látható a Csendes-Óceán délkeleti részeiben, Dél-Amerikában és az Atlanti-Óceán déli részeiben.

Részleges holdfogyatkozás 5-én, nálunk is látható. Belépés a félárnyékba 18 óra 26.6 perckor, belépés a teljes árnyékba 19 óra 33.4 perckor, fogyatkozás közepe 20 óra 47.4 perckor, kilépés a teljes árnyékból 22 óra 1.4 perckor, kilépés a félárnyékból 23 óra 8.2 perckor. A fogyatkozás nagysága 0.54.

Bolygók.

Merkur 15-ig a Leo, 30-ig a Cancer és utána újból a Leo csillagképekben tartózkodik. 21-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. A hó végén látható napkelte előtt a keleti égbolton. 12-én alsó együttállásban a Nappal. 30-án legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 19-én 13 órakor együttállásban a Holddal, ettől 4° -kal délre. Fázisa 8-án 0.04, 28-án 0.35. — **Venus** előretartó mozgást végez, 29-ig a Leo, utána a Virgo csillagképekben. Napnyugta után látható



16. ábra. A csillagos ég déli fele augusztus hó 1-én Magyarországon,
21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Híúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

a nyugati égbolton. 22-én 7 órakor együttállásban a Holddal, ettől 40°-kal északra. Fázisa 15-én 0.97. — *Mars* előretartó mozgást végez, 27-ig a *Libra*, utána a *Scorpio* csillagképekben. Az esti órákban látható a délnyugati égbolton. 28-án 6 órakor együttállásban a Holddal, ettől 30°-kal északra, fényessége +0.3. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az *Aries* csillagképben. Az éjfél előtti órákban kel és az éjszaka második felében látható. 12-én 18 órakor együttállásban a Holddal, ettől 70°-kal délre. — *Saturnus* előretartó mozgást végez a *Virgo* csillagképben. A kora esti órákban látható a nyugati égbolton. 24-én 16 órakor együttállásban a Holddal, ettől 70°-kal északra. — *Uranus* előretartó mozgást végez, a *Gemini* csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Neptunus* előretartó mozgást végez a *Virgo* csillagképben. Közvetlen napnyugta után látható a nyugati égbolton.

Hullócsillagok. 9-én megy át a Föld a Perseidák legsűrűbb részén, melyek 20-ig láthatók.

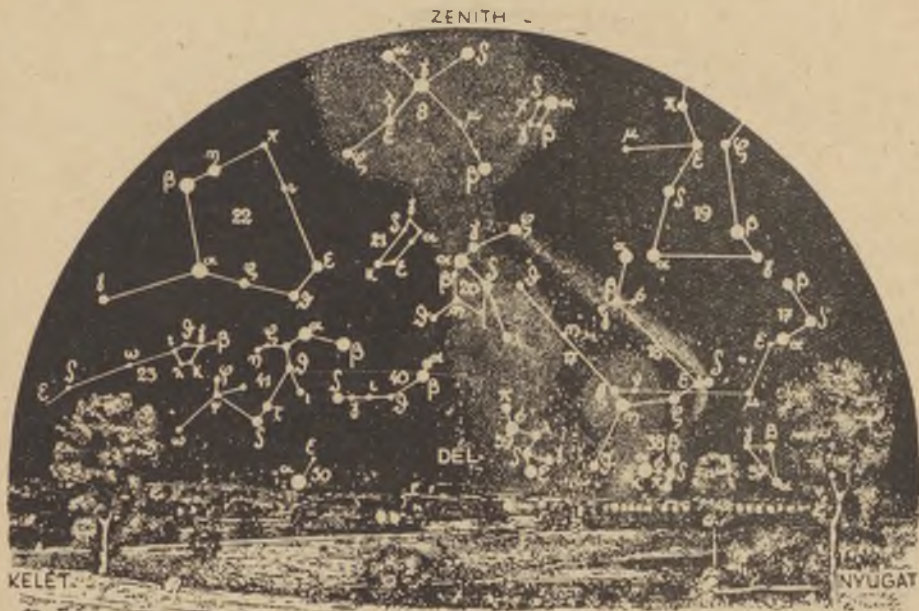


17. ábra. A csillagos ég északi fele szeptember hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekere (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászbok (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 20-ig a Leo, utána a Virgo csillagképekben. A hó elején látható a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 6-án 21 órakor együttállásban a Regulusszal, ettől $0^{\circ}9'$ -kal északra, fényessége -0.8^m . 24-én felső együttállásban a Nappal Fázisa 7-én 0.76 , 27-én 1.00 . — *Venus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Napnyugtakor látható a délnyugati égbolton. 15-én 24 órakor együttállásban a Saturnusszal, ettől $1^{\circ}6'$ -kal délre, 20-án 10 órakor a Neptunusszal, ettől $1^{\circ}1'$ -kal délre — s 21-én 15 órakor a Holddal, ettől 6° -kal északra. Fázisa 15-én 0.92 . — *Mars* előretartó mozgást végez, 8-ig a Scorpio, utána az Ophiucus csillagképekben. A koraesti órákban látható a nyugati égbolton. 25-én 19 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3° -kal északra, fényessége $+0.6^m$. — *Jupiter*, 10-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Aries csillag-



18. ábra. A csillagos ég déli fele szeptember hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

képben. A koraesti órákban kel és az egész éj folyamán látható. 9-én 4 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^o-kal délre. — *Saturnus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Napnyugtakor látható a nyugati égbolton 21-én 3 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^o-kal északra — *Uranus* előretartó mozgást végez a Gemini csillagképben. Az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Neptunus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. Napnyugtakor látható a nyugati égbolton.

Hullócsillagok. 7-től 15-ig a Perseidák.

OKTÓBER

ZENITH

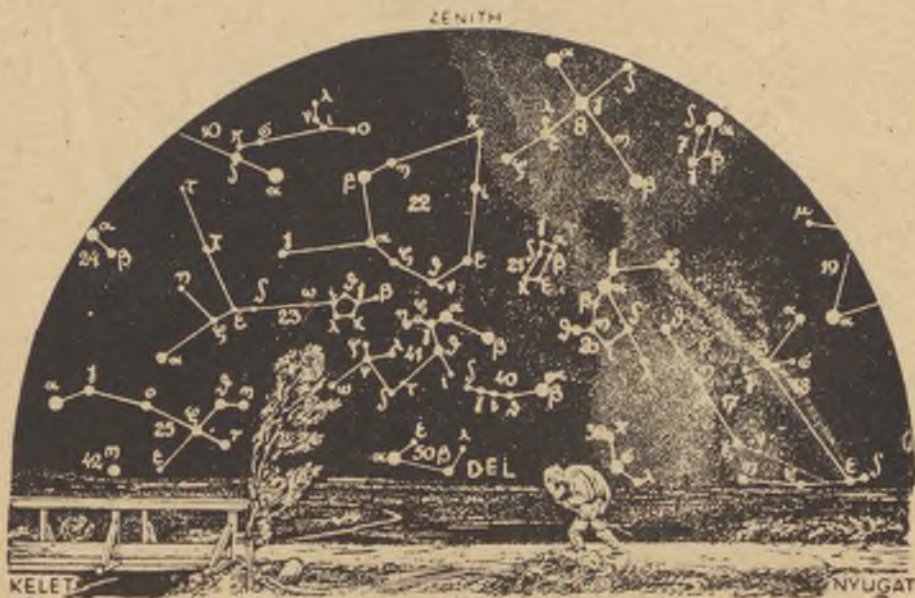


19. ábra. A csillagos ég északi fele október hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekér (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászehek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyóirtó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez 17-ig a Virgo és 30-ig a Libra csillagképekben. Napnyugtakor látható a délnyugati égbolton. 20-án 11 órakor együttállásban a Holddal, ettől 4° -kal északra. Fázisa 7-én 0.97, 27-én 0.84, fényessége -0.6^m , ill -0.2^m . — *Venus* előretartó mozgást végez, 4-ig a Virgo, 22-ig a Libra, 29-ig a Scorpio, utána a Ophiucus csillagképekben. Napnyugtakor látható a nyugati égbolton. 21-én 16 órakor együttállásban a Holddal, ettől 4° -kal északra. Fázisa 15-én 0.87. — *Mars* előretartó mozgást végez, 7-ig az Ophiucus, utána a Sagittarius csillagképekben. A koraesti órákban látható a délnyugati égbolton. 24-én 12 órakor együttállásban a Holddal, ettől 1° -kal északra. — *Jupiter* hátráló mozgást végez az Aries csillagképben. Napnyugtakor kel és az egész éj folyamán látható, fényessége -2.4^m . 6-án



20. ábra. A csillagos ég déli fele október hó 1-én Magyarországon 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

11 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^o-kal délre. — *Saturnus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 11-én együttállásban a Nappal. — *Uranus* 24-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Gemini csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éj folyamán látható. — *Neptunus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én együttállásban a Nappal.

Hullócsillagok. 2-án a Quadrantidák; 9-én a Draconidák; 12-től 23-ig az Arietidák nagyon lassúak és fényesek; 18-tól 20-ig az Orionidák, gyorsak, maradandó nyommal; 30-tól a Tauridák.

NOVEMBER

ZENITH



21. ábra. A csillagos ég északi fele november hó 1-én Magyarországon, 21 óraker.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekere (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gyík (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótarló (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók.

Merkur előretartó mozgást végez, 8-ig a Scorpio, utána az Ophiucus csillagképekben. 20-án stacionárius, utána hátráló mozgást végez. A hó első felében látható napnyugtakor a nyugati égbolton. 10-én legnagyobb keleti kitérésben 23° távolságra a Naptól. 30-án alsó együtt állásban a Nappal. 19-én 4 óraker együttállásban a Holddal, ettől 2° -kal északra. Fázisa 6-án 0.72, 26-án 0.08, fényessége -0.1^m , ill. $+1.6^m$. — **Venus** előretartó mozgást végez a Sagittarius csillagképben. A koraesti órákban látható a délnyugati égbolton. 20-án 12 óraker együttállásban a Holddal, ettől 1° -kal északra. Fázisa 15-én 0.80, fényessége -3.5^m . — **Mars** előretartó mozgást végez, 21-ig a Sagittarius, utána a Capricornus csillagképekben. A koraesti órákban látható a délnyugati égbolton. 22-én 6 óraker együttállásban a Holddal, ettől $0^\circ.2$ -kal délre. — **Jupiter** hátráló mozgást végez az Aries csillagképben. Az egész éj folyamán látható. 8-án



22. ábra. A csillagos ég déli fele november hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyilas (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

szembenállásban a Nappal, fényessége -2.4^m . 2-án 16 órakor és 29-én 18 órakor együttállásban a Holddal, mindkét esetben ettől 7^0 -kal délre. — *Saturnus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton, fényessége $+1.0^m$. 15-én 7 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7^0 -kal északra. 18-án 3 órakor együttállásban a Neptunusszal, utóbbtól 0^07 -kal északra. — *Uranus* hátráló mozgást végez a Gemini csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éj folyamán látható. — *Neptunus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton.

Hullócsillagok. 3-tól 15-ig a Leonidák, nagyon gyorsak; 17-től 27-ig az Andromedidák, nagyon lassúak.

DECEMBER

ZENITH



23. ábra. A csillagos ég északi fele december hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

1. Kis Göncöl-szekér (Ursa minor); 2. Cepheus; 3. Cassiopeia; 4. Zsiráf (Camelopardalis); 5. Nagy Göncöl-szekér (Ursa major); 6. Sárkány (Draco); 7. Lant (Lyra); 8. Hattyú (Cygnus); 9. Gylk (Lacerta); 10. Androméda; 11. Háromszög (Triangulum); 12. Perseus; 13. Szekeres (Auriga); 14. Vadászebek (Canes Venatici); 15. Ökörhajcsár (Bootes); 16. Északi korona (Corona borealis); 17. Kígyó (Serpens); 18. Kígyótartó (Ophiuchus); 19. Herkules; 20. Sas (Aquila); 21. Delfin (Delphinus); 22. Pegazus; 23. Halak (Pisces); 24. Kos (Aries); 25. Cet (Cetus); 26. Bika (Taurus); 27. Ikrek (Gemini).

Bolygók

Merkur 2-ig az Ophiucus, 21-ig a Scorpio és utána megint az Ophiucus csillagképekben tartózkodik. 10-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 5-től látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. 18-án legnagyobb nyugati kitérésben 22° távolságra a Naptól. 15-én 15 órakor együttállásban a Holddal, ettől 7° -kal északra. Fázisa 6-án 0.13, 25-án 0.78, fényessége $+1.2^m$, ill. -0.3^m . — *Venus* előretartó mozgást végez, 10-ig a Sagittarius, utána a Capricornus csillagképekben. A koraesti órákban látható a délnyugati égbolton. 20-án 8 órakor együttállásban a Holddal, ettől 2° -kal délre. Fázisa 15-én 0.71, fényessége -3.7^m . — *Mars* előretartó mozgást végez, 26-ig a Capricornus, utána az Aquarius csillagképekben. A koraesti órákban látható a délnyugati égbolton. 21-én 3 órakor együttállásban a Holddal, ettől 2° -kal délre, fényessége $+1.1^m$. — *Jupiter* hátráló mozgást végez az Aries csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész

ZENITH



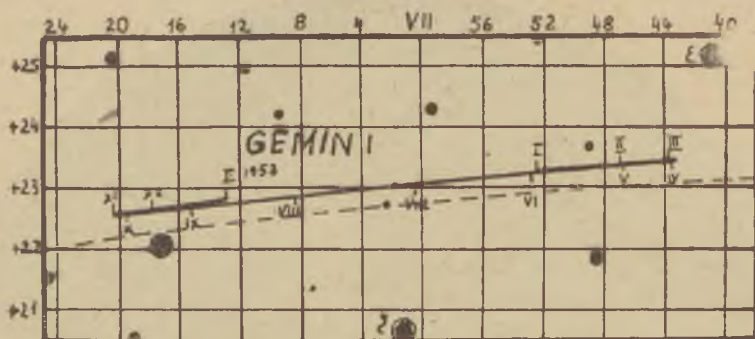
24. ábra. A csillagos ég déli fele december hó 1-én Magyarországon, 21 órakor.

28. Kis kutya (Canis minor); 29. Rák (Cancer); 30. Vízi kígyó (Hydra); 31. Hiúz (Lynx); 32. Kis oroszlán (Leo minor); 33. Oroszlán (Leo); 34. Berenice haja (Coma Berenices); 35. Sextans; 36. Szűz (Virgo); 37. Mérleg (Libra); 38. Skorpió (Scorpius); 39. Nyílás (Sagittarius); 40. Bak (Capricornus); 41. Vízöntő (Aquarius); 42. Eridanus folyó (Eridanus); 43. Kaszás (Orion); 44. Egyszarvú (Monoceros); 45. Nyúl (Lepus); 46. Nagy kutya (Canis major); 47. Serleg (Crater); 48. Holló (Corvus); 49. Farkas (Lupus); 50. Déli hal (Piscis austrinus); 51. Galamb (Columba); 52. Puppis; 53. Centaurus.

éj folyamán látható. 26-án 21 órakor együttállásban a Holddal, ettől 70°-kal délre. — *Saturnus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. 12-én 21 órakor együttállásban a Holddal, ettől 80°-kal északra. — *Uranus* hátráló mozgást végez a Gemini csillagképben. Az egész éj folyamán látható. — *Neptunus* előretartó mozgást végez a Virgo csillagképben.

Hullócsillagok. 10-től 12-ig a Geminidák,

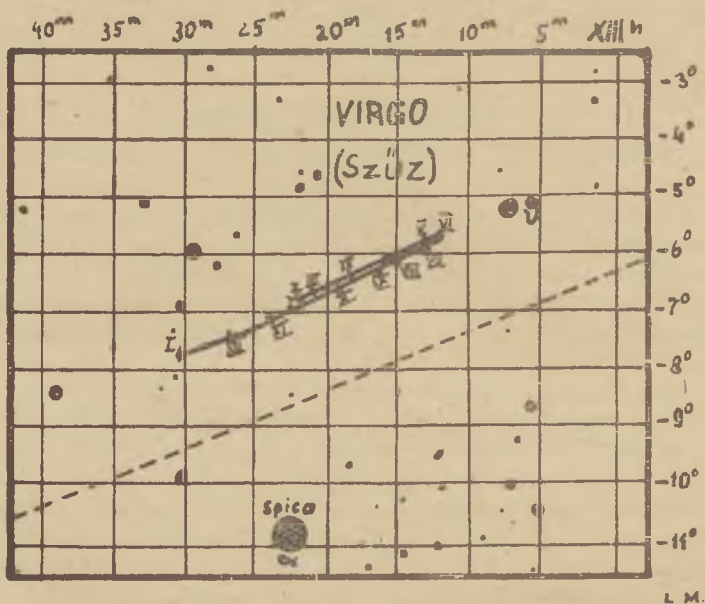
Uranus.



24/a ábra

Az Uranus látszó pályája a Gemini csillagképben, 1952-re. A római számok a bolygó helyzetét szemléltetik minden hónap 1. napján. A szaggatott vonal az ekliptikát jelzi. Fényessége az oppozíció idején (jan. 3.) 5.^m 8.

Neptunus.



24/b ábra

A Neptunus látszó pályája a Virgo csillagképben, 1952-re. Fényessége az oppozíciót idején (ápr. 10.) $7.^m7$.

Plutó.

Rektaszcenziója, az 1952. év folyamán $9^h 38^m$ és $9^h 55^m$ között, deklinációja $+22^{\circ}29'$ és $+23^{\circ}44'$ között változik. Fényessége az oppozíció idején $15.^m$

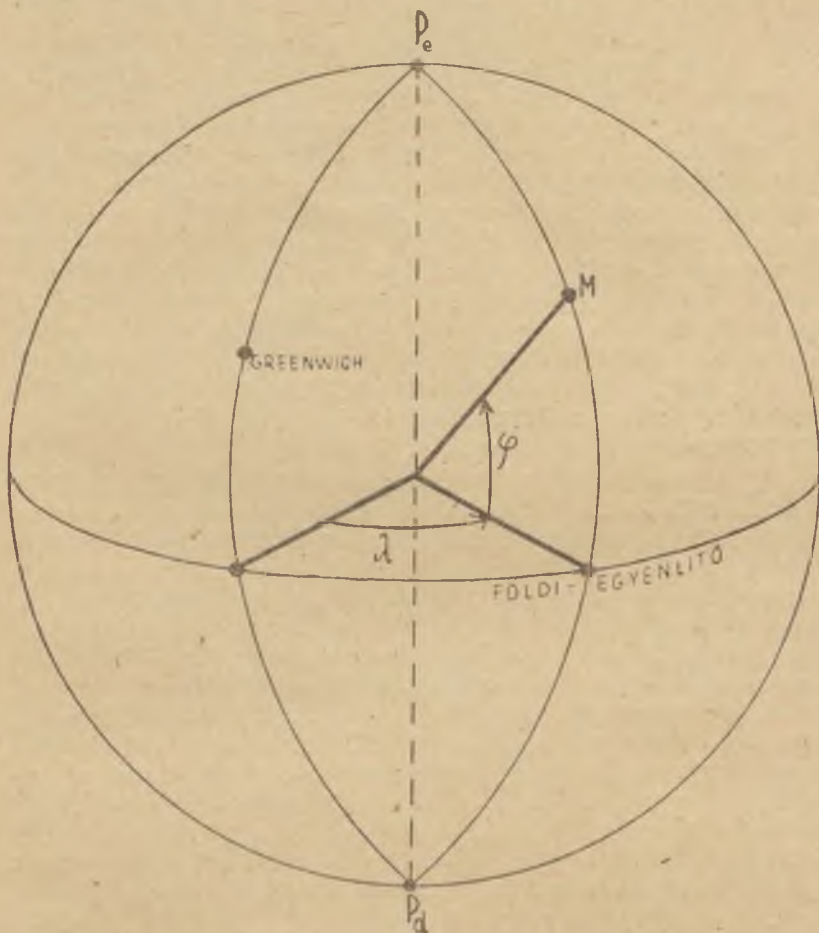
Csillagászati alapfogalmak és kiegészítések a közölt adatokkal kapcsolatban

A Föld felületének egyes helyeit nagyjából az országok megnevezésével adhatjuk meg. Az égitestek helyzeteit pedig azáltal jelölhetjük meg közelítőleg, hogy megmondjuk melyik feltűnő szabadszemre nézve alakjukat nem változtató látszólagos csillagesoportosuláson, ú. n. csillagképen (mint pl. a Nagy Göncöl-szekér tájékán) belül kerekessendők.

A földfelület különböző pontjainak pontos megjelölése a földrajzi koordináták megadásával történik. Legegyszerűbben értelmezhetjük a földrajzi koordinátákat, ha a Földet tökéletesen gömbnek tekintjük. Végtelen sok olyan földi meridiánnak, vagy hosszúsági köröknek is nevezhető kört képzelhetünk el, amely a Föld felületén húzódik és áthalad a Föld sarkain, azaz a Föld forgási tengelyének a földfelülettel való két metszéspontján. Elgondolhatunk végtelen sok olyan kört is, amelyik mindegyike merőlegesen metszi a hosszúsági köröket. Ezek a szélességi körök. A szélességi körök síkjai egymásközött párhuzamosak és merőlegesek a Föld forgási tengelyére. A földet két egyenlő északi és déli részre osztó legnagyobb szélességi kör az egyenlítő. A szélességi köröket egymástól számszerűen azáltal különböztethetjük meg, hogy megadjuk, hogy a Föld középpontjából nézve az egyenlítő és a szélességi kör között valamely hosszúsági kör mentén mérve mekkora a szögtávolság. A szögmértékben kifejezett adatot földrajzi szélességnek (φ) nevezzük. Az északi félgömb adatait $+$, a délit $-$ jellel szokás elikétni. A szélességi körökkel ellentétben a hosszúsági körök között nincs kitüntetett, így nemzetközi megállapodással kellett eldönteni, hogy melyik legyen a 0. „kezdő” hosszúsági kör. A választás a (rég) greenwichi csillagvizsgáló egyik távcsővén áthaladó hosszúsági körre esett. A hosszúsági körök megkülönböztetésére az a földrajzi hosszúságnak (λ) nevezett 180° -nál nem nagyobb szög szolgál, melyet a hosszúsági kör síkja a kezdő hosszúsági kör síkjával bezár. Másszóval: ez azt a szöget jelenti, amely alatt a hosszúsági körnek és a kezdő hosszúsági körnek az egyenlítővel való metszéspontjai a Föld középpontjából látszanának. A földrajzi hosszúságokat Greenwich-től keletre, ill. nyugatra 0° -tól 180° -ig számoljuk.

Nyilvánvaló, hogy (a sarkokat kivéve) a Föld felületének minden egyes pontján áthalad egy és csakis egy szélességi és hosszúsági kör.

Tehát a Föld felületének bármely helyét (M) a földrajzi koordinátáknak nevezett két számadattal, a földrajzi szélességgel és a földrajzi hosszúsággal egyértelműen jelölhetjük meg. (25. ábra.)



25. ábra. A földrajzi koordináták (egyszerűsített) értelmezése.

Magyarország területe a $45,7^\circ$ és $48,6^\circ$ északi szélességi és a 16° és 23° keleti hosszúsági körök által határolt földrészen belül fekszik. Budapest földrajzi koordinátái: $\varphi = +47,5^\circ$, $\lambda = -19^\circ$.

A Föld felületének minden egyes pontját a Föld középpontjából ezen pont felé mutató és a földrajzi koordináták számpárral kifejezhető irány határozza meg. Teljesen hasonlóan járhatunk el az égi-

testek (S) Földhöz viszonyított helyzeteinek pontos megadásánál is. Mivel a Föld méretei az égitestek Földtől való távolságaihoz képest egy-két kivételől eltekintve elenyészőek, ezért iránymeghatározások szempontjából felfoghatjuk úgy, mintha az égitestek a végtelen nagysugarú gömbalakúnak tekinthető égbolton volnának. A földrajzi szélesség és hosszúság mintájára értelmezték az égitestek deklinációját (δ) és rektaszcenzióját (α). A Föld egyenlítő síkjának az égbolttal való metszete az égi egyenlítő, a Föld forgási tengelye pedig az égbolt sarkainak nevezett pontokra mutat. (P'_e, P'_d). A Föld északi sarka feletti égi északi sarok (P'_e) a Kis Göncöl-székérhez tartozó α Ursa Minoris. vagy Sark-csillagtól kb. 10° -ra van. „Greenwich” helyett nem egy nevezetesebb csillagot választottak a földrajzi hosszúságnak megfelelő rektaszcenziók megállapításaihoz, hanem az (égi) egyenlítőnek azon pontját, amely irányban a Nap a tavaszi nap-éjgyenlőség idején látszik. Pontosabban: ez a tavaszpont (γ) az (égi) egyenlítő és a Nap látszólagos, a Föld napkörüli keringését tükröző évi pályájának, az ekliptikának az a metszéspontja, ahol a Nap a déli égboltról az északra lép. A rektaszcenziókat a Föld forgási irányával egyezőleg, nyugatról keletre 0° -tól 360° -ig számítjuk.

Egy-egy deklinációval és rektaszcenzióval jellemzett irány kijelöléséhez tudnunk kell a tavaszpont pillanatnyi helyzetét, amely a Földhöz képest ennek szüntelen mozgása következtében állandóan változik. A rektaszcenzió mellett szokás ezért olyan koordinátát is használni, amely voltaképpen a földrajzi és a már imént tárgyalt csillagászati (egyenlítői) koordináta-rendszer bizonyos fokú összekapcsolásán alapszik. Ezt a „kezdő-kör” nem a tavaszpontot áthaladó, hanem a megfigyelőhely földi meridiánjának az égbolttal való metszete. Ez az észlelőhely (égi) meridiánja. Másszóval: az észlelőhelyen a függőn által kijelölt (és felfelé a zenit (Z), lefelé a nadir (N) pontokra mutató) egyenes és a Föld forgási tengelye határozzák meg a megfigyelőhely meridiánsíkját. A rektaszcenzió helyébe léptethető koordinátát az óraszöget (t) a meridiántól, és pedig a pólusokat összekötő egyenes által kettéosztott meridián-sík azon felétől számítjuk, amelyik a zenitet tartalmazza, a rektaszcenzióval ellenkező, tehát a látszólagos égboltmozgással megegyező értelemben: keletről nyugatra. (26. ábra.)

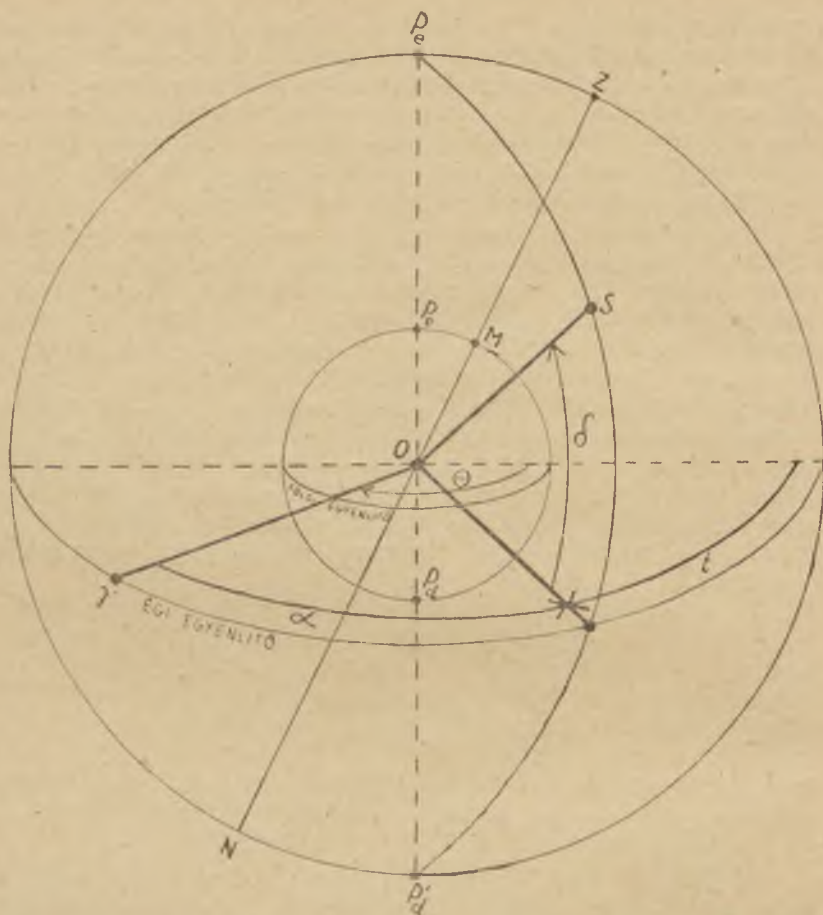
Az égitestek óraszögei a Föld forgása következtében szüntelenül változnak, növekszenek és egy-egy meghatározott pillanatban is csupán azonos földrajzi hosszúságú megfigyelőhelyeken egyező értékűek. Ha egy égitest óraszöge 360° -ot növekedett, ez azt jelenti, hogy a Föld éppen egyszer fordult meg az égitesthez képest. A Nap, a Hold és még néhány kitűnő, a többi csillagok között vándorolni látszó égitest kivételével az említett 360° -os óraszögnövekedés, a többi összes égitestekre vonatkozólag azonos idő alatt játszódik le, sőt igen nagy

pontossággal napról-napra is állandóan teljesen egyező szakaszossággal ismétlődik meg. Egész a közelmúltig nem is ismertünk időbelileg egyenletesebben végbemenő, szüntelen ismétlődő más olyan jelenséget, amely ennél az összes (álló-)csillagokra érvényes 360^0 -os óraszög változásánál az ú. n. csillagnapnál állandóbb lett volna. Ezért a csillagnap, tehát a Földnek a csillagokhoz (állócsillagokhoz) viszonyított tengelykörüli forgása alapja időmérésünknek.

A csillagnapnak (d_*) kisebb egységei: a csillagidőóra (h_*), csillagidőperc (m_*) és a csillagidő másodperc (s_*). Bármely csillag 360^0 -os óraszög változása 24 csillagidő órának felel meg. Az égitestek óraszöge a $360^0=24^h$ összefüggés alapján ($15^0=1^h$, $1^0=4^m$, $1'=4^s$ szerint) csillagidőben is kifejezhető. Ez az időadat tulajdonképpen azt adja meg, hogy mennyi csillagidő telt el azóta, hogy az égitest a megfigyelőhely meridiánjában a látóhatár, azaz horizont felett a lehető legmagasabban látszott! Könnyű belátni, hogy az égitestek legnagyobb horizontfeletti magasságukat az észak-dél irányt kijelölő meridián síkban érik el. Ekkor vannak felső delelésben. Ha az égitestek óraszöge $180^0=12^h$, akkor alsó delelésükben keresztezik újból a meridiánt. Ilyen helyzetben van az égitest legalacsonyabban a horizont-hoz képest.

A csillagnapot nem egy nevezetes csillag, hanem a tavaszpont felső delelésének pillanatától számítjuk. A csillagidő tehát nem más, mint a tavaszpont óraszöge (Θ). A rektaszcenziókat is célszerű leggyakrabban az óraszögekhez hasonlóan szögmérték helyett időben megadni. Így (a 26. ábrára pillantva azonnal) felírhatjuk az: $\alpha + t = \Theta$ nevezetes összefüggést. Ezek szerint egy csillagidőre szabályozott és a megfigyelőhely csillagidejére beállított óra segítségével, amennyiben az égitestek rektaszcenzióit és deklinációit ismerjük, bármikor megtalálhatjuk az égbolton való látszólagos helyzetüket.

Mindennapi földi életünk a Naphoz és nem a tavaszponthoz, vagy más égitesthez igazodik. A gyakorlatban tehát nem felelne meg a csillagidőszámítás. A Nap deleléseihez igazodó időszámítást kellett bevezetni. A Nap azonban nem szolgáltat olyan egyszerűen megfelelő időmértéket. A Nap két-két egymásra következő felső delelései között eltelt idő meghatározott szabályossággal ugyan, de változik, mialatt a Föld a Napot körülkeringi. Ez két októl ered. Az egyik az, hogy a Föld forgási tengelye nem merőleges arra a síkra, amelyben a Föld a Napot körbejárja. A másik pedig Kepler II. törvényének a következménye, hogy a Föld napközben gyorsabban halad keringő mozgásában, mint napfényben. Ezek azt eredményezik, hogy a Napnak a Földről észlelhető látszólagos mozgása nem egyenletes sebességű. Ezért célszerű volt számítások útján bevezetni a valódi Nap helyébe egy ú. n. közép Napot, amelynek (deklinációja állandóan zérus és) a Földhöz viszonyított látszólagos mozgása az egyenlítő síkjában állandó szögsebs-



26. ábra. A csillagászati egyenlítői koordináták értelmezése (A P_e , Z, $P'd$, N és P_e , M, P_d pontok, ezen pontokon áthaladó körök, a Z, O, N pontokon áthaladó és a szaggatott vonallal kihúzott egyenesek a rajz síkjában, míg a többi pontok, körök és egyenesek a rajz síkja felett képzelendők el.

séggel zajlik le és hozzá még úgy, hogy ezen képzeletbeli közép Nap a valódi Nap látszólagos „keringésének” tényleges ideje alatt jusson el tavaszponttól tavaszpontig.

A Nap tavaszponttól a legközelebbi tavaszponti helyzetéig 366 és kb. $\frac{1}{4}$, pontosabban 366,2422 csillagnap alatt jut el. Ezt az időtartamot nevezzük (tropikus) évnak. Ennek az évi időtartamnak a bevezetését és általános használatát a gyakorlati szükségletek önként adódólag szabták meg. Ilyen szakaszossággal ismétlődnek folyamatosan a

földi évszakok, amihez a Földünkön minden élet általában szorosan igazodik.

Mialatt Földünk a csillagokhoz képest egy év alatt 366 teljes fordulatot tesz meg, addig a Napunkhoz képest pontosan eggyel kevesebbet. Ennek oka az, hogy a Földnek napkörüli egyszeri keringése már önmagában is éppen egy fordulatot jelent a csillagokhoz képest.

A mindennapi életben használatos órák mutatóinak sebességére mérvadó 24 órai időtartamot az ú. n. közép napi napot a fentiek szerint a következő összefüggés határozza meg:

$$366,2422 \text{ csillagnap} = 365,2422 \text{ közép napi nap.}$$

A közép. napi nap, vagy egyszerűen, rövidebben: középnap (d_0) tört részei a középido: óra (h_0), perc (m_0) és másodperc (s_0), a mindennapi életből jólismert és állandóan használt időegységek. A csillag- és középnap helyett a csillag- és középido kisebb egységeinek bevezetésével a fenti egyenlőség a következő alakban is írható

$$24^h. 0^m. 0^s. = 23^h. 56^m. 4,091^s. \text{ vagy:}$$

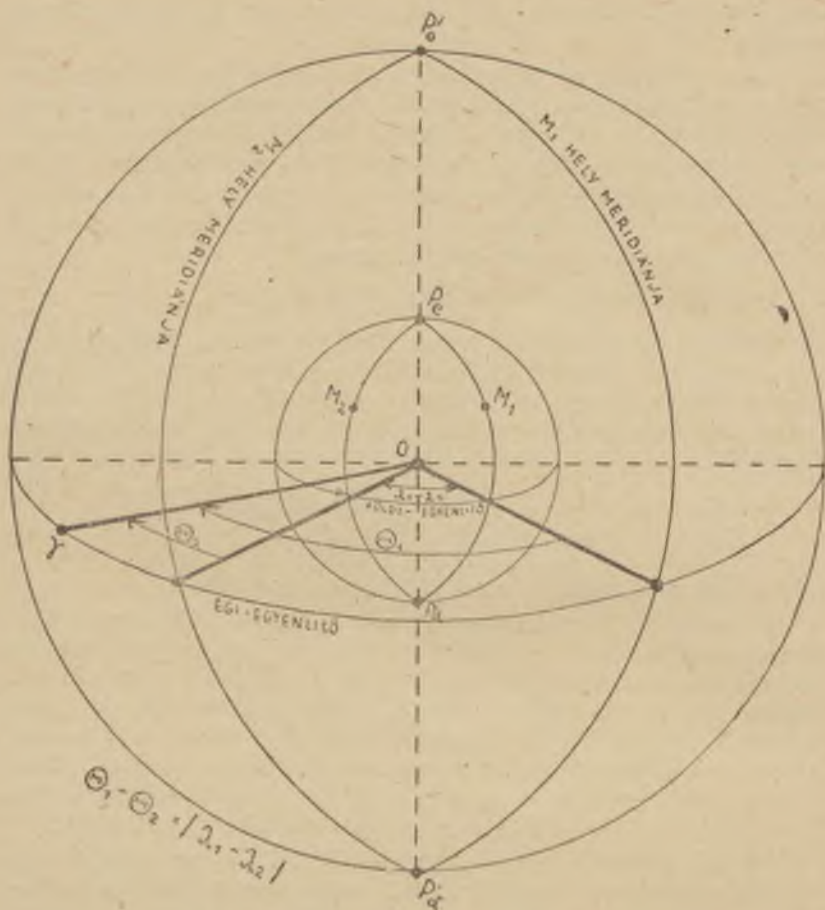
$$24^{h_0}. 0^{m_0}. 0^{s_0} = 24^h. 3^m. 56,555^s.$$

tehát a csillagnap kb. 4 perccel rövidebb a középnapnál.

Az eddigiekből annyit láthatunk már, hogy mi szabja meg óráink beszabályozását, tehát, hogy ne késsenek, vagy ne siessenek. Hátra van még annak a megállapítása, hogy az óra mutatóit adott pillanatban milyen állásba hozzuk. Középido alatt a közép Nap 12 órával megnövelt óraszögét értjük. Mivel az óraszögeket felső deleléstől, azaz mindig a meridiántól számítjuk, ebből következik, hogy különböző földrajzi szélességű helyek idejei nem egyezhetnek meg: az eltérés annál nagyobb, minél nagyobb a földrajzi hosszúság különbsége.

Ha azonos időpillanatban két különböző földi meridiánról megállapítjuk ugyanazon égitest óraszögét, vagy amint 27. ábránk mutatja a tavaszponti óraszögét, úgy az ábrából kiolvashatjuk, hogy az óraszögek különbsége a két földi meridián, illetve a két megfigyelő hely földrajzi hosszúságkülönbségét adja. Vagy azt is mondhatjuk, hogy két földi hely földrajzi hosszúság különbsége egyenlő a két hely helyi idejeinek különbségével. Ez (a 27. ábrából következtethetőleg) független attól, hogy milyen helyi csillag- vagy középido-t használunk. Ezért a földrajzi hosszúságokat is sokszor célszerűbb a tárgyalt csillagászati koordináták mintájára, szögmérték helyett időadatival kifejezni.

Tehát minden egymástól kelet, vagy nyugati irányban fekvő földi helyeken az órák mutatóit más-más állásra kellene igazítani, ami a gyakorlati életben teljesen álhidalhatatlan bajokat okozna. Nemzetközi megállapodással bevezették ezért a zónaidőszámítást. A Föld felületét a kezdő földrajzi hosszúsági körtől kiindulólág $15^\circ =$



27. ábra. A földrajzi hosszúság és a csillagidő közötti összefüggés.

1^h hosszúságkülönbségek szerint haladólag zónaidő meridiánokra osztották. Ma már majdnem minden állam ennek megfelelően a területén áthaladó, vagy legalábbis hozzája legközelebb eső legalkalmasabb zónaidő meridiánok szerint igazítja óráit. A Föld különböző helyein, néhány kivételtől eltekintve, a gyakorlati életben használatos időket mutató órák állása egy-egy egész órát különbözik csupán egymástól, míg a percek és másodpercek megegyeznek. Kelet-nyugati irányban nagykiterjedésű országok szükségképpen több különböző időt kénytelenek bevezetni. Így a Föld kelet-nyugati irányban is leg-

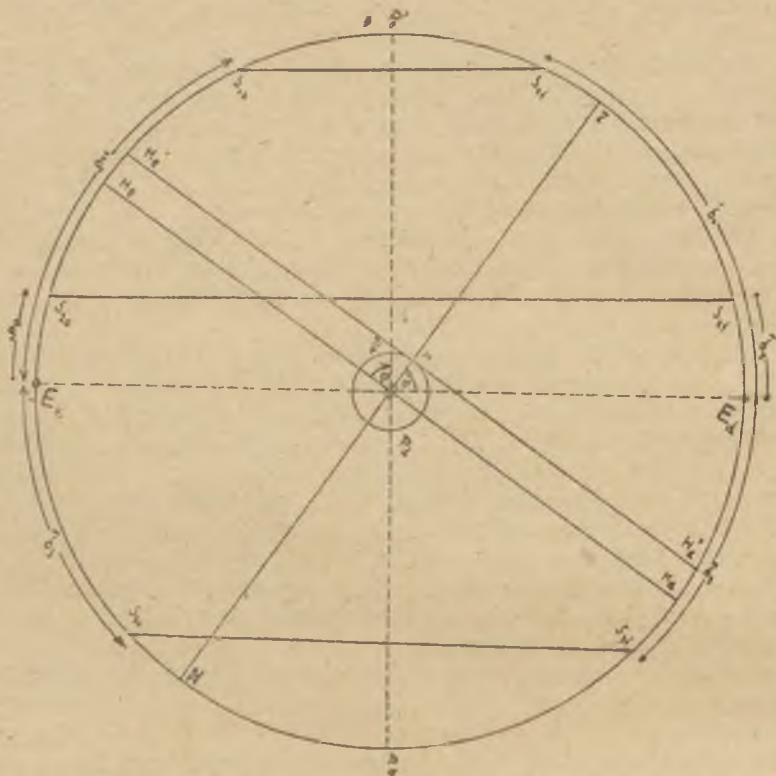
nagyobb kiterjedésű államában, a Szovjetunióban 11 különböző időt használnak.

Magyarországon a középeurópai zónaidőt használjuk. Ez nem más, mint a nyugati határainktól kissé még nyugatabbra húzódó 15^0 keleti hosszúságú földi meridián helyi középidéje. Hazánk legészak-keletibb részei kivételével így csaknem egész országunk területén ez az idő mindenütt közelebb áll a helyi középidőhöz, mint az egy időzónával keletebbre pl. Romániában használatos zónaidő. Budapest $1^h 16^m$ keleti hosszúsága miatt fővárosunk helyi ideje 16 perccel tér el az óráinkról leolvasható zónaidőtől. Ez azt jelenti, hogy Budapesten a „közép“ Nap $12^h 0^m$ előtt 16 perccel korábban van felső delelésben.

Hogy a valódi Nap az év különböző napjain mikor jut felső delelésbe, azaz, hogy mikor van valódi dél, tehát a legmagasabb, legtöbb napsugárzást nyújtó helyzetben Budapest felett a Nap, azt az I. táblázatokból olvashatjuk ki. A megadott delelési időeknek a $12^h - 16^m = 11^h 44^m$ -től való eltérései mutatják a mindennapi élet kényyszerítő szükségletei folytán, számítások által bevezetett közép Nap és a valódi Nap rektaszcenzió különbségeinek ingadozásait az év folyamán. A Nap Budapestre megadott delelési időpontjaiból az ország más területeire érvényes értékek (ugyanolyan pontossággal) csupán az időpercekben kifejezett földrajzi hosszúság különbségekben térnek el; a keletebbre fekvő helyekre vonatkozó és legfeljebb 15 perccel kitévő különbségek levonandók, míg a Budapesttől nyugatra lévő helyek maximálisan 11 percre rúgó korrekciót hozzá kell adni a táblázatbeli időpontokhoz.

A legtöbb csillagászati adatot egységesen a kezdő meridiánra vonatkozó helyi középidőben az ú. n. világidőben szokás megadni. Az I. táblázatok „ 0^h világidőkor a csillagidő” jelzésű oszlopában lévő és szigorúan véve csak a kezdő meridiánra érvényes adatokból, a csillagidőt bármely helyen, bármikor meghatározhatjuk. Budapestre vonatkozólag ezen adatokat $-12,5^s$ mal kell korrigálni. A korrekció nagysága azt adja meg, hogy egy budapesti és greenwichi delelés közt eltélő, a földrajzi hosszúság különbségnek megfelelő idő alatt mennyivel változik meg a közép- és csillagidő közötti különbség. Magyarország nyugati, ill. keleti részeire vonatkozólag ez a korrekció kb. $-11,5^s$ — és $-13,5^s$ -nek vehető.

A 28. ábra egy M-mel jelölt földfelületi hely meridián-síkját mutatja. $H^+ H_d$ egyenes az M megfigyelő helyen áthaladó látszólagos horizontsíkknak a meridiánsíkkal való metszésvonal a $H_e H_d$ a Föld középpontján áthaladó ezzel párhuzamos egyenes, másszóval a megfigyelő hely geocentrumos horizontsíkjának metszete. Mivel a Föld sugara (OM) az égitestek igen nagy távolságai mellett általában végtelen kicsinynek tekinthető, ezért az M megfigyelő helyen az égitestek



28. ábra. A csillagok láthatósági viszonyainak megállapításához (Sif az Si csillagot felső, Sia alsó delelésinek időpontjában ábrázolja).

horizont feletti láthatósága szempontjából a geocentrumos horizontot kell figyelembe venni. Igen fontos tényeket olvashatunk le erről az ábráról. Bizonyos szögek összehasonlítása céljából átnézetesebb, ha az ábrán, a hozzájuk tartozó íveket vesszük szemügyre. Az M hely földrajzi szélességét feltüntető φ szöghöz így az $E_d Z$ ív tartozik. Ez ugyanakkora, mint a $H_e P_e$ ív. Azt látjuk tehát, hogy a $H_e P_e$ ívhez tartozó szög, az égi pólus horizont feletti szögmagassága megegyezik a megfigyelő hely földrajzi szélességével. $\widehat{S_{II} E_d} \text{ ív} = \widehat{S_a E_{Ie}} \text{ ív} = \delta_I$ az i -vel jelölt égitest deklinációjának megfelelő ívét jelenti. A M helyen az S_1 égitest mindig a horizont felett marad, sohasem nyugszik le; az S_2 kel és nyugszik; az S_3 pedig sohasem látható. Tisztán a megfigyelési hely földrajzi szélessége és az égitest deklinációjának értéke

szabja meg az égitestek láthatósági viszonyait. Az ábrából kitűnik, hogy annak a feltétele, hogy az északi félgömbön egy - földrajzi szélességű helyen egy égitest sohasem süllyedjen a horizont alá, az, hogy deklinációja ne legyen kisebb, mint $(90^\circ - \varphi)$. Mindazon égitestek pedig, amelyeknek deklinációja kisebb, mint $-(90^\circ - \varphi)$ sohasem lesznek egy φ földrajzi szélességű helyen láthatók. Ezek alapján Magyarországon mindenütt a $+44,3^\circ$ -nál magasabb deklinációjú égitestek állandóan a horizont felett maradnak, míg a $-41,4^\circ$ -nál alacsonyabb deklinációjúak sohasem lesznek láthatók.

Könnyű belátni az előadottak után, hogy az égitest horizont feletti tartózkodásának ideje és így kelésének és nyugvásának időpontja is a deklináció értékétől és a megfigyelő hely földrajzi szélességétől függ. A Nap kelési és nyugvási időpontjai a földrajzi szélességkülönbségek miatt Magyarország Budapesttől északabbra fekvő területein maximálisan kb. 4—5 perccel, míg az ország déli részén maximálisan 7—8 perccel térhetnek el az év folyamán a táblázat Budapestre megadott értékeitől. Ezek a legnagyobb, de még aránylag csekély eltérések az év leghosszabb és legrövidebb napjaira esnek, és ezen két különböző időpontban ellentétes értelműek. Nyilvánvaló, hogy decemberben pl. az északabbra fekvő helyeken kel később a Nap, míg június végén a magasabb földrajzi szélességeken van hamarabb napkelte. A Hold budapesti kelésére és nyugvására megadott időpontjai a Napra vonatkozó adatokhoz hasonlóan különböznek kissé mértékben a táblázat értékeitől a maximális eltérések nem sokkal nagyobbak, mint a Nap esetében.

A földi légkör hatása folytán ugyanazon okoknál fogva, amelyek szerint pl. még árnyékban is világos van, nem következik be az éjszakai sötétség napnyugta után azonnal és világosodni is jóval napfelkelte után kezd. Bármely hely horizontja alá a tapasztalat szerint legalább 18° szögnyire kell a Napnak lebukni ahhoz, hogy napfény már ne juthasson a horizont fölé. Azt az időt, amely a Napnak ezen helyzete és napkelte, ill. napnyugta között eltelik, a csillagászati szürkület hosszának nevezzük. Hasonló a jelentése a navigációs és polgári szürkület fogalmának. Az első elnevezés a 12° -, a második a 6° -os horizont alatti napállással kapcsolatban használatos. A szürkület évi változását feltüntető IV. táblázatbeli adatok szigorúan véve a $+47^\circ$ földrajzi szélességű helyekre vonatkoznak, de lényegileg érvényesnek mondható hazánk egész területén.

Az I. táblázatok „a Hold fényváltozásai” feliratú oszlopa a Nap, Föld és Hold viszonylagos helyzetéről tájékoztat. Az egymásra következő azonos holdfázisok között eltelő idő a (szinódikus) hónap hossza kissé ingadozik, mivel a valódi Nap Földhöz viszonyított látszólagos, nem egyenletes járása itt is közrejátszik. A hónap közepes időtartama $29\frac{1}{2}$ nap (pontosan $29^d\ 12^h\ 44^m\ 2,3^s$).

A Vénusz és Merkur Holdunkhoz hasonló fényváltozásaira vonatkozó adatok fázisértékei azt adják meg, hogy a bolygó „korongokon” átfektethető átmérők közül megvilágított részén a leghosszabban áthaladó átmérő hányadrésze halad át a bolygó korong fénylő részén. A Nap körül a földpályán belül keringő ezen két bolygón kívül még a földpályához legközelebbi külső pályán keringő Mars bolygó is mutat némi fázist.

A bolygók fényességeit ú. n. csillagászati magnitudo egységekben adjuk meg, ahogyan azt csaknem kizárólagosan szokás. Ha két fénylő tárgy közül az egyik egy magnitudoval fényesebb a másiknál, azt az emberi szám kb. úgy érzékeli, hogy a fényesebb megegyeszer olyan fényes, mint a halványabbik. Ez a tény indokolja éppen ezen fényesség-skála bevezetését, holott egy magnitudo különbség körülbelül 2 és $1/2$ -szeres (pontosabban $1 : 2,512$ viszonynak megfelelő) intenzitáskülönbséget jelent. Tehát 5 magnitudo eltérés 100-szoros intenzitáskülönbségnek felel meg. A szabadszemmel még éppen látható csillagok körülbelül hatodrendűek és minél fényesebb az égitest, annál kisebb szám fejezi ki magnitudoiban fényességét. Az egészen fényes égitestek miatt a skálát zéruson keresztül a negatív számok felé ki kellett terjeszteni. A skála 0-pontját a Sarkcsillag fényességére önkényesen felvett $+2,12$ magnitudo érték határozza meg.

A táblázatokban megadott látszólagos sugarak, azaz a látszólagos átmérő felének változásai az égitestek Földünkől való távolságainak ingadozását tükrözik vissza.

Szólni kell még a III. táblázatokban feltüntetett igen érdekes és már egész kis távesővekben is elég könnyen megfigyelhető jelenségekről. Ezeket a Jupiter négy, a bolygóhoz közeli nagy holdjainak bolygó körüli keringését, mondhatjuk azt is, a bolygók napköri mozgásának kicsinyített mását bárki saját szemével végigkövetheti. A napfénytől megvilágított Jupiter bolygó és holdjai árnyéka folytán a Jupiteren végbemenő hold- és napfogyatkozások időpontjait is tartalmazzák ezek a táblázatok. A III. táblázatban megadott előreszámított tűnényeknek az előrejelzett időben való pontos bekövetkezései igen alkalmasak arra, hogy segítségükkel az egyedüli helyes, materialista világnézetbe vetett bizalmat erősítsük.

IHiszen egyszerű eszközökkel (egy kis távesővel és táblázatunkkal) megmutatható a Jupiter-holdak jelenségeinek példáján, hogy a természetet nem valami különleges, misztikus szellem mozgatja és irányítja, hanem egyedül a Földön is, mindennapi életünkben a technikai civilizáció vívmányaiban lépten-nyomon használt és az ember által tudatosan irányítható és kihasználható, az anyagban meglévő egyszerű tulajdonságok.

Dezső Loránt

Csillagfedések

A nap- és holdfogyatkozásokhoz hasonlóan, az állócsillagok és a bolygók is kerülhetnek olyan helyzetbe, hogy a Földünk egy bizonyos pontjáról nézve egy égitest őket elfedi. A leggyakrabban és legjobban észlelhető ilyen jelenség, valamely csillagnak a Hold által való elfedése. A fedés időpontját a következő tényezők befolyásolják: a Csillag és a Hold pozíciója és az észlelő földrajzi helyzete. E három adat közül kettőt ismervén, a harmadikat megtudjuk határozni. Azonban ama csillagok pozíciói, amelyek ilyen célra tekintetbe jönnek, jól ismeretesek. Adott földrajzi helyzetű észlelő tehát a csillagfedés idejéből következtetést vonhat a Hold pozíciójára. Vagy fordítva, ha a Hold pozícióját ismeretesnek tételezzük fel, a csillagfedés időpontjából meghatározhatók az észlelő geográfiai koordinátái. Régebben a csillagfedéseket a földrajzi hosszúság meghatározására használták fel, ma erre a rádióidőjelek lényegesen alkalmasabbak, viszont a Hold pontos pozíciójának a meghatározására még ma is egyike a legpontosabb módszereknek. Az észlelt és az előreszámított holdpálya között azonban eltérések mutatkoznak és éppen ezen eltérések azok, mivel úgy a holdelmélet, mint a föld tengelyforgás változásának a vizsgálatában fontos szerepet játszanak, melyeket a fedések észlelésével meghatározni kívánunk.

Az észleléshez, a távcsőn kívül, elegendő egy jól járó óra, amelynek állását és járását rádióidőjelek vételével ellenőrizzük. (1. a „Pontos idő meghatározása rádióidőjelek segítségével” című cikkel ugyanabban az évkönyvben.) Ha a földrajzi koordinátákat nem ismerjük, úgy azokat egy 1 : 25.000 léptékű térképről leolvashatjuk.

A megfigyeléshez nincs nagy távcsőre szükségünk és az se fontos, hogy a távcső ekvatoreális szerelésű legyen. Nagy nagyítás se szükséges, sőt, ha a távcsövünk nincs óragéppel ellátva, úgy határozottan előnyösebb kis nagyítást használni. A holdkorong mögül való kilépés esetén pedig minden esetben kis nagyítást használjunk — különösen a sötét oldalon való kilépés esetén —, mivel a kilépés helyét nem tudjuk egész pontosan előre megállapítani. A fedés időpontja előtt egy perccel úgy állítjuk a távcsövet, hogy a fedés pillanatában a csillag a látmező közepére kerüljön. A fedés időpontjának a meg-

állapítása a következőképpen történik. A stopperórát a fedés pillanatában elindítjuk és ezután hasonlítjuk össze az óráinkkal. Ez úgy történik, hogy az óránk egy bizonyos egész percénél megállítjuk a stoppert. Ebből az időből a stopper által mutatott időt levonva kapjuk a fedés időpontját az óránk által mutatott időben. Azért ajánlatos az összehasonlítást ily módon végezni, mert a stopperórák általában nem egyenletes járásúak és így elérjük azt, hogy a stopperóra csak addig jár, ameddig a távcsőtől az óráig megyünk. Az így kapott idő azonban még nem a végleges, ezt még az óra állásával és a személyi hiba értékével javítani kell. Az óra állását a fedés előtt és után vett rádióidőjelek segítségével állapítjuk meg. Személyi hiba alatt azt az eltérést értjük, amely a csillag eltűnésének vagy kibukkanásának az időpontja és a stopper elindításának az időpontja közt van. Ennek a pontos meghatározása igen körülményes és általában csak hosszabb észlelési sorozatok kiértékelésénél állapítható meg kellő pontos ággal. A fent említett észlelési módszer esetében a személyi hibát átlagosan 0.3 másodpercrek vehetjük. Az észlelési időt végül átszámítjuk világidőre, azaz középeurópai időre, és a kapott időpontból egy órát levonunk. A személyi hibát negatívnak véve a fődés időpontját tehát a következő séma szerint számítjuk ki:

A fődés időpontja világidőben =

$$\begin{aligned}
 &= \text{az óra által mutatott idő a stopper megállításakor,} \\
 &- \text{a stopper által mutatott idő,} \\
 &+ \text{az óra állása,} \\
 &+ \text{a személyi hiba,} \\
 &- 1^h
 \end{aligned}$$

Mellékelve közöljük a Budapesten 1952-ben látható csillagfedéseket. Az első oszlopban a csillagfődés napja, a második és harmadikban a fődést szenvedő csillag katalógusszáma és neve, a negyedikben a magnitúdója (fényességi rendje) van feltüntetve. A „fázis“ rovatban D áll, ha a csillagnak a Hold keleti szélén való eltűnése és R, ha a csillagnak a Hold nyugati szélén való kibukkanása észlelhető. „A Hold kora“ oszlopban, a legutolsó újholdtól eltelt idő van feltüntetve. A következő rovat a jelenség időpontját adja világidőben. a és b az 1° hosszúság és szélességre eső változások. Ha tehát valamely hely $\Delta\lambda$ fokkal van nyugatra és $\Delta\varphi$ fokkal északra Budapesttől, az illető helyen a jelenség ideje (t).

$$t = \text{Világidő} + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Például számítsuk ki a η Tauri 1952. október 6-i kibukkanásának az időpontját Szegedre. Budapest földrajzi koordinátáit: $\lambda = 18^\circ.97$, $\varphi = 47^\circ.50$ és Szeged földrajzi koordinátáit: $\lambda = 20^\circ.17$, $\varphi = 46^\circ.25$.

nak véve, a hosszúsági és szélességi különbségekre a következő értékeket kapjuk: $\Delta\lambda = -1^{\circ}20$ és $\Delta\varphi = -1^{\circ}25$.

Budapestre megadott időpont világidőben = okt. 6. 23^h 19.^m6

$$a.\Delta\lambda \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad + 1.3$$

$$b.\Delta\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad - 2.1$$

A kibukkanás időpontja Szegedre világidőben = okt. 6. 23^h 18.^m8

A kibukkanás időpontja tehát Szegedre október 7-e 0^h 18.^m8 közép-európai időben. Az utolsó oszlop a jelenség pozíciószögét adja meg, a Holdkorong peremén a fokokat É K D Ny irányban 0^o-tól 360^o-ig folytatólágosan számolva. Ez az utolsó adat pontosan csak Budapestre érvényes. A fedés időpontja nem minden esetben ad más helyre átszámítva reális értéket. Ezekben az esetekben az a és b átszámítási faktorok értékei nincsenek megadva.

Befejezésül még felsoroljuk, hogy a táblázatban feltüntetett csillagok kiválasztására milyen korlátozások irányadók:

1. A holdtányér fényes szélén az eltűnés csak a 4.5 nagyságrendnél, a kibukkanás pedig csak a 3.5 nagyságrendnél fényesebb csillagokra van megadva.

2. Holdtölte előtt és után 24 órával a 3.^m0-nál gyengébb csillagok nincsenek a táblázatban felvéve. 5.^m6—6.^m3 közt levő csillagok a holdtölte előtt és utáni két napra vannak kizárva. 6.^m5-nál gyengébb csillagok három napig vannak kizárva.

3. Elsőrendű csillagok és bolygók nappalra eső jelenségei is fel vannak véve.

4. A csillagnak legalább 10^o-kal kell a látóhatár felett lennie.

5. Érintőleges fedések csak kivételes esetben vannak tekintetbe véve.

G. I.

A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének működése az 1951. évben

A szabadsághegyi Csillagvizsgáló megalakulásakor (1920) közvetlenül a Kultúrminisztérium alá tartozott, majd 1924-ben a Gyűjteményegyetemhez csatolták. A Gyűjteményegyetem túlnyomórészt a múzeumokból állott, így az Intézet érdekeit ott nagyon nehéz volt érvényesíteni és legtöbbször nem is sikerült. Nem lett jobb a helyzet, amikor 1934-ben az Intézetet a Pázmány Péter Tudományegyetemnek „ajándékozták”, mert az Intézet adminisztrációja, de különösen a személyi ügyek intézése sokkal bonyolultabb és hosszadalmasabb lett, amiből rengeteg hátrány származott. Különösen fónak helyzet volt, hogy az intézeti személyzet státusza továbbra is a múzeumokhoz tartozott, de a személyi ügyeket az Egyetem intézte, viszont az egyetemi oktatásban az Intézet egyáltalán nem vett részt. A felszabadulás után azonnal szorgalmazni kezdtem a lehetetlen állapot megszüntetését, míg végre 1948-ban az Intézetet ismét közvetlenül a Kultuszminisztérium alá helyezték. Ebben a helyzetben már teljesen érvényesülhetett népi demokráciánk tudománypártoló politikájának kedvező hatása és megindulhatott az Intézet komoly fejlődése.

A Magyar Tudományos Akadémiának 1949. évi újjászervezése után nyilvánvalóvá lett, hogy az Intézet legelőnyösebben az Akadémia keretében található meg végleges helyét. A Magyar Népköztársaság minisztertanácsának 10.1951 (I. 6.) M. T. számú rendelete értelmében most meg is történt az Intézetnek az Akadémia felügyelete alá helyezése. Az Intézetet az Akadémia az év február 1-én vette át. Az Akadémia már az első évben jelentékenyen emelte az Intézet személyzeti létszámát és az ötéves terv keretében nagyvonalú tervet dolgozott ki az Intézet felszerelésének fejlesztésére is. Szervezetileg az Intézet tudományos személyzete két osztályra tagolódik, az általános asztrofizikai és a napfizikai osztályra, de a jövő évre biztosítottnak vehetjük a harmadik osztálynak, a pozícióasztrolómiai és stellárisztikai osztály megalakulását is. A tudományos létszám emelésének egyelőre még nagy akadálya a megfelelő káderek hiánya, de az Intézetnek a kádereképzésbe való fokozottabb bekapcsolódása és az aspirantúra intézménynek a csillagászatra való kiterjesztése révén ez a hiány minden valószínűség szerint hamarosan megszűnik.

Az Intézet személyzete. Az új kinevezések után az Intézet személyzete így alakult:

Igazgató: Detre László.

Asztrofizikai osztály:

Osztályvezető: Detre László.

Önálló kutatók: Balázs Júlia, Csada Imre, Guman István, Herczeg Tibor,

Kutató ideiglenes minőségben: Izsák Imre (nov. 15-től aspiráns).

Kalkulátorok: Lovas Miklós és ideiglenes minőségben Elter Dezső.

Napfizikai osztály:

Osztályvezető: Dezső Lóránt.

Kutató: Ozsváth István.

Kalkulátor: Mersits József.

Ideiglenesen foglalkoztatott külső segéderők: Csizmadia Károly, Edelényi Elemér, Szabó Gáborné.

Gazdasági és adminisztrációs személyzet:

Gazdasági vezető: Káldor Ernőné (február 1-ig Révy Kornél, február 1-től október 6-ig Kormanik Béla).

Adminisztrátor: Balassa Jánosné.

Technikusok: Elter János és Kálmán Béla.

Gépkocsivezető: Tamás János.

Irodasegéddek: Nagy László és Iváncsik Miklós. Ideiglenes minőségben: Iváncsik Miklósné és Kovács Károlyné.

A napfizikai osztály külső munkatársait célhitelből lehetett dotálni. Ebben a minőségben rövidideig még Szemlaci György és Csillinger József dolgozott.

A nyári hónapok alatt ugyancsak célhitelből a következő egyetemi hallgatók voltak alkalmazhatók egy vagy két hónap időtartamra: Balogh Károly, Bercsi Zsolt, Falvay Valéria, Gyüre Margit és Sinka József az asztrofizikai osztályon, Almár Iván, Hámosi Miklós és Kiss Imre a napfizikai osztályon. A napfizikai osztályon dolgozott még két hónapon át, mint beosztott középiskolai tanár, Személyi Kálmán, továbbá egy hónapig, mint fizetett segéderő, Márta Anikó.

Az Uránia Csillagvizsgáló változócsillag-észlelői közül több estén végeztek észleléseket az Intézetben Bartha Lajos, Jáger Tamás és Török Ervin.

Az Intézet tudományos berendezésének fejlesztése

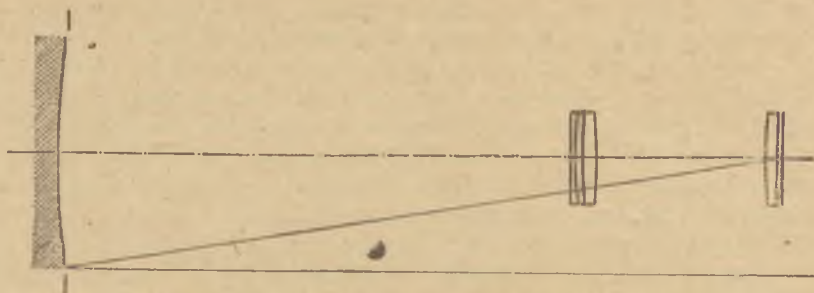
Az 1951-re kapott tervehitelből a fotoelektromos fotométerhez Elter János műszerész egy új, háromlángpás erősítőberendezést készített. A napfizikai osztálynak készülő spektrohélioszkóp még hiányzó optikai alkatrészeit az Optikai és Finommechanikai Központi Kutató

Laboratórium szeptemberre leszállította. A mechanikai rész öntvényei az év végére szintén elkészültek. A tervhittelből meg két Ullysse Nardin gyártmányú kronométert és egy fotókópiaberendezést szereztünk be, azonkívül fejlesztettük a mechanikai műhely felszerelését. A 25 cm-es refraktorhoz a műhely egy interferométeres berendezés szerelését kezdte meg, kettőscsillagok mérésére.

Az Intézet berendezésének komoly hiánya, hogy nincs egyetlen egy nagylátómezőjű fényképező távcsöve sem. Ez igen korlátozta az intézeti munkaprogrammot, mert így csak egyes speciális csillagok, vagy a kis kiterjedésű csillaghalmazok vizsgálata lehetséges. De az egyoldalúság mellett ezek a programok a hazai eléggé kedvezőtlen időjárási viszonyok mellett nem is elég gazdaságosak. Nagy látómezőjű kamrákkal már rövid idő alatt lehetne igen gazdag észlelési anyagot gyűjteni. De azon felül meg kell állapítani, hogy az Intézet felszerelése meg a jelenlegi programokra is csak igen szerény berendezésnek számít világviszonylatban. Ha lehet is ezzel a berendezéssel meg mindig hasznos munkát végezni, az csak igen hosszadalmas és sok aprólékos mellékmunkát követelő programokkal érhető el. Ez még a legújabb beszerzések után is áll. Nyilvánvaló, hogy az Intézet komoly fejlesztése már csak nagyobb beruházás révén érhető el.

Az Akadémia ez év júniusában hozzájárult ahhoz, hogy a jénai Zeiss-műveknél megrendeljünk egy 90 cm-es Sonnefeld-típusú reflektort és egy ugyanilyen nagyságú objektívprizmát. A Sonnefeld-típusú tükörteleszkóp vázlatát a mellékelt ábrán láthatjuk. Ez a típus tulajdonképpen továbbfejlesztése a Ross-félének. Ross a paraboloid-reflektorok igen kicsi használható látómezőjét a gyújtópont előtt elhelyezett korrekciós lencserendszerrel igyekezett növelni. Eredményei messze elmaradtak a Schmidt-féle típusnál elérhető előnyöktől. A Sonnefeld-rendszerénél a tükör szférikusan túl van korrigálva és ez által a Ross-félénél lényegesen nagyobb területen lehet hibátlan leképezést elérni. Az Intézet számára megrendelt teleszkóp 1:3 nyílászáró mellett $3^{\circ} \times 3^{\circ}$ területen fog kifogástalan képet adni. A teleszkóp igazi kihasználását az objektívprizma teszi lehetővé. Ennél nagyobb objektívprizma még négy év múlva is, amikor a Zeiss-művek a szállítást vállalták, csak kettő lesz az egész világon. Jelentős tényező, hogy a prizma és a korrekciós lencserendszer ultraibolyát átgátló üvegből készül. Ezzel a beszerzéssel az Intézet a legjelentősebb obszervatóriumok közé emelkedhet.

Természetesen ilyen fényerős teleszkópot nem lehet a Szabadsághegyen felállítani. Még a jövő év folyamán gondoskodni kell egy vidéki fiókobszervatórium helyének megválasztásáról. Nemesak az új teleszkópot kell majd itt felállítani, hanem át kell telepíteni a jelenlegi berendezés egy részét is, hiszen a főváros közelsége mind jobban zavarja az eddigi munkaprogramokat is.



29. ábra. A Sonnerfeld-típusú tükrőteleszkóp vázlata

Tudományos eredmények

A 16 cm-es asztrográfon a rövidperiódusú Delta Cephei csillagok periódusváltozásának tanulmányozására az év folyamán Balázs 232, Csada 456, Detre 334, Elter Dezső 670, Guman 1592, Lovas 107, összesen 3391 felvételt készített az SW And, AC, And, AA Aql, RV és RW Ari, CY Aqr, XZ és RW Dra, RR Gem, AR és VZ Her, Y LMi, RZ Lyr, AV Peg, RU és SS Psc, RV UMa, AV Vul csillagokról. A felvételek kimérése a Rosenberg-féle elektromikrofotométeren jól haladt előre.

Balázs és Detre feldolgozták az RW Draconis-ról 1936 óta az Intézetben készített több mint 7000 felvételt. Ez a nagy anyag lehetővé tette a fénygörbeváltozások, valamint a periódusváltozások igen pontos analizisét. Eredményeik szerint a csillag 0.44 napos alapperiódusa éppen úgy, mint az eddig vizsgált hasonló típusú csillagoknál, hosszúperiódusú és szekuláris változást mutat. A szekuláris változás a periódus állandó növekedésében mutatkozik. A fénygörbeváltozás 41 napos periódusa szintén nő. Ennél a csillagnál sikerült először kideríteni, hogy a fénygörbeváltozás amplitúdója hosszúperiódusosan változik és pedig ugyanazzal a periódussal, mint az alapperiódus. Ezen eredmények alapján újra feldolgozták Blazko szovjet csillagásznak vizuális megfigyeléseit az 1906–1924. évekről. Kiderült, hogy az említett törvényszerűségek ebben az észlelési sorozatban is kimutathatók.

Csada újabb felvétele alapján teljesen tisztázta RU Piscium periódusváltozásának kérdését, amelyre az irodalomban igen eltérő eredmények szerepelnek. A periódus változását két periódusos taggal tökéletesen elő lehet állítani. Az egyik periódus valamivel rövidebb egy évnél, a másik kb. 15 év. A rövidebb periódussal a fénygörbe is változik.

Csada és Elter Dezső feldolgozták a RV Ursae Majoris-ról készült felvételeket. Itt a fénygörbe nem mutat változásokat, de a periódus nő.

Guman tovább folytatta AC Andromedae rendkívül komplikált fényváltozásának analizisét. A 0.5 alapperiódus és a 0.7 szekunder

periódus mellett még hosszabb periódusok is fellépnek, úgyhogy a fénygörbeváltozások tulajdonságai is állandóan változnak.

Guman és Elter Dezső feldolgozták az RZ Lyrae-ről készült felvételeket. Eredményeik szerint itt a fénygörbeváltozások erősebbek, mint az alapperiódusban vele majdnem pontosan megegyező RW Cancrinél. A fénygörbeváltozásokat két hosszabb, egy 46 napos és egy kb. 150 napos periódus interferenciája okozza. Érdekes, hogy a két szekundér periódus, éppen úgy, mint RW Cancri és RR Lyrae esetében, majdnem pontosan 1 : 3 viszonyban áll egymáshoz.

Guman mintegy 500 felvétel alapján megállapította, hogy az AV Vulpeculae változócsillag, amelyet eddig AC And-típusúnak osztályoztak, a valóságban hosszúperiódusú csillag.

Eddig a feldolgozott csillagok mindegyikére lassú periódusnövekedést találtunk. Annak eldöntésére, hogy ez a rövidperiódusú Delta Cephei csillagok általános tulajdonsága-e, Detre megkezdte az egész idevágó irodalom feldolgozását.

A 60 cm-es reflektorra szerelt fotoelektromos berendezéssel RR Lyraeről Detre 250, a BD +10.1848 rövidperiódusú csillagról pedig Csada és Guman 780 mérést végzett. Utóbbiról kiderült, hogy fénygörbéje erősen változik, de ennek törvényszerűségét még nem sikerült megállapítani. Detre feldolgozta RR Lyrae-ről és RZ Cephei-ről 1950-ben összegyűlt fotoelektromos méréseket.

Az AV Vulpeculae vizsgálatához készített felvételeken Guman ki-mérte a szomszédos CD Vulpeculae fődési kettőscsillagot is. A méréseket feldolgozta és a kapott fénygörbéből kiszámította a rendszer-állandókat. A fénygörbe Béta Lirae-típusú, a fogyatkozások részle-gesek. A főminimumban a nagyobbik komponens fedí el a kisebbiket. A pályasík hajlására 77.^o4 adódott. A komponensek sugara 0.36 és 0.40 a pálya sugarában kifejezve, fényességük az összfényességben kifejezve 0.79 és 0.21. A pálya köralakú.

A fotoelektromos berendezéssel Detre és Lovas AK Herculis fődési kettőscsillagról kék és sárga szűrővel 113, Herczeg és Lovas SX, TT és BF Aurigae-ről 64 mérést végzett.

A reflektorokon június-október hónapokban folytattuk a gömb-halmazok fényképezését a bennük lévő Delta Cephei-csillagok vizsgálatára. Balázs 15, Detre 32, Elter Dezső 32, Herczegh 17, Lovas 150 felvételt készített, és pedig

| | | | |
|-------------------|-----|-----------------|-----------------|
| M 3 gömbhalmazról | 33 | expozíciós idők | 10 ^m |
| M 15 „ | 136 | „ | 10—15 |
| M 56 „ | 53 | „ | 20—25 |
| M 71 „ | 3 | „ | 60 |
| M 92 „ | 9 | „ | 20 |
| NGC 6034 „ | 12 | „ | 30 |

Összesen: 246

Ezen kívül még 6 felvétel készült a 89 és 63. Kapteyn-féle áréakról a M15 és M56 gömbhalmazban felvett összehasonlító csillagok fényességének megállapítására.

Balázs feldolgozta a M56 halmazról eddig készített felvételeket. A felvételeken a halmazváltozókon kívül talált két új változócsillag és BT Lyrae fénygörbéjét is megállapította.

A M15-ről eddig összegyűlt több mint 350 felvétel kidolgozását Izsák rendszeresen végzi. Az általa felfedezett új változócsillagokat intézeti kiadványban közzétette. A mikrofotométeren történő mérésekben Falvai Valéria és Gyüre Margit is szépen kivette részét.

Herczeg folytatta a M67 nyílthalmaz színindex diagramjának meghatározására a rendelkezésre álló göttingeni felvételek kimérését.

Detre a 30 cm-es refraktoron 1946—47-ben végzett kettőscsillagfotometriájának feldolgozása után megvizsgálta, hogy mi okozza a nagy eltéréseket a különböző észlelők által nyert hasonló fotometriák között. Eredménye szerint az eltérések túlnyomórészt a komponensek színkülönbségétől függnnek, nem pedig, mint eddig hitték, a komponensek távolságától, vagy fénykülönbségétől.

Detre megkezdett egy statisztikai vizsgálatot annak kiderítésére, hogy a változócsillagok periódusgyakorisága változik-e a Tejútrendszerben elfoglalt helyükkel. Ehhez a munkához Mersits több, mint 6000 változócsillag galaktikai koordinátáit számította ki.

Csada folytatta elméleti vizsgálatait a turbulencia-elméletnek csillagászati alkalmazására. A turbulencia-elméletnek az ionizált gázokra való alkalmazását kidolgozta. Sikerült a probléma egyenleteit szimmetrikus alakra hozni, ami sokkal egyszerűbb tárgyalást tesz lehetővé, mint ahogy az eddigi irodalomban található. Kimutatta, hogy az ionizált gáz különböző hőmérsékletű helyei között meginduló elektron-diffúzióból kapcsolat vezethető le a mágneses tér és a turbulencia között. Ez alapon interpretálható a napfoltok mágneses tere. Csada számításai a napfoltok mágneses terére a tapasztalattal egyező eredményre vezettek. A napfoltok nagyságára kapott felső határ szintén egyezik a megfigyelésekkel.

Guman rendszeresen észlelte a Hold által okozott csillagfedéseket, amelyekhez a Nautical Almanac Office bocsátotta rendelkezésünkre a szükséges efemeriseket.

A napfizikai osztály a következő munkákat végezte:

A protuberanciák heliografikus eloszlására és időbeli változására vonatkozó vizsgálatok, miután céltámogatásból több külső munkatársat lehetett alkalmazni és Mersits kalkulátor június közepétől a napfizikai osztályhoz nyert beosztást, megfelelő ütemben haladhattak előre. Az év végére a munka első fázisa, a protuberanciák pozíciójának, területének és a napkoronghoz való hajlásszögének megállapítása

az 1869--1950 időközben nagy részben elkészült. A munka Dezső vezetésével folyik, a külső munkatársakat Mersits ellenőrzi.

Ozsváth egy a climaxi koronográffal készült protuberancia-film kimérésén dolgozott, a protuberancia mozgási törvényének, különösen pedig a mozgásokban mutatkozó gyorsulások megállapítására.

Dezső, Személyi és Almár egy arosai protuberanciafilm kimérésén dolgozott, amely sötételési skálával is el van látva és így a protuberancia-részletek intenzitásának meghatározására is alkalmas.

Júliustól kezdve a héliográf vezető távcsövén Nagy irodaségéd naponta készít térképet a napfoltokról.

Irodalmi munkásság:

1951-ben az Intézet dolgozóinak következő tudományos munkái jelentek meg vagy kerültek sajtó alá:

Balázs és Detre: Untersuchungen über die Perioden- und Lichtkurvenänderungen von kurzperiodischen Delta Cephei-Sternen. VII. Die Perioden von RW Draconis. Az Intézet kiadványainak 30. sz.

Balázs: Note on BT Lyrae and on two new variables near M56. Az Intézet kiadványainak 28. sz.

Balázs: Bemerkung über ST Draconis. U. o.

Csada: On the magnetic effects of turbulence in ionized gases. Acta Physica Hungarica 1951. évf. (Megjelenik, mint az intézeti kiadványok 26. sz. is.)

Csada: On the origin of the magnetic field of the sun-spots. Az Intézet kiadványainak 25. sz.

Detre és Herczeg: Photoelectric observations of the 1950 eclipse of Zeta Aurigae. Az Intézet kiadványainak 29. sz.

Guman: Das photometrische Doppelternsystem CD Vulpeculae. Az Intézet kiadványainak 24. sz.

Izsák: Three new variables in M 15. Int. kiadv. 27. sz.

Ismertető és népszerűsítő cikkek:

Detre: Az Állami Konkoly Csillagvizsgáló Intézet működése az 1943--50. években. Csillagászati Évkönyv 1951. 45. o.

Detre: A szovjet csillagászat legújabb eredményei U. o. 66. o.

Detre: A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézete. Akadémiai Értesítő 58. kötet, 220. o.

Dezső: Csillagászati alapfogalmak. Csillagászati Évkönyv 1951. 37. o.

Dezső: A magyar csillagászat fejlődése és öt éves terve. U. i. 57. o.

Dezső: Kommentárok Apáczai Cseri János enciklopédiája VI. (csillagászat) részéhez. Akad. Könyvkiadó (sajtó alatt).

Herczeg: Pillantás a végtelenbe. Természettudományos Kiskönyvtár 62. sz. 60. oldal.

Guman: Csillagos ég. Természet és Technika minden számában.

A felsoroltakon kívül még több apróbb ismertető közlemény jelent meg az Intézet alkalmazottaitól.

A személyzet intézeti kívüli elfoglaltsága: Az Intézet tudományos személyzete erősen kivette részét a csillagászat népszerűsítésében, különösen a Természettudományi Társulat Csillagászati Szakosztályával karöltve. A szakosztályi előadásokon és az Uránia Csillagvizsgálóban Csada, Detre, Dezső, Guman, Izsák és Ozsváth tartottak előadásokat.

Herczegh az 1950/51. tanévben heti négy, az 1951/52. tanév első félévében heti három órában előadásokat tartott az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Ezenkívül több előadást tartott üzemekben és pártiskolákban.

Detre jelentést küldött be az Intézet változócsillag munkájáról az I. A. U. 27. szakosztályának.

Csada a Közoktatásügyi Minisztérium rendezésében középiskolai tanárok továbbképzésére tartott tanfolyamon előadott.

Káldorné, Ellér Dezső és Lovas esti egyetemi tanfolyamokat végeznek.

Detre László

Jelentés a bemutató csillagdák 1951. évi működéséről

A múlt évi Évkönyvünkben még csak a budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgáló működéséről számolhattunk be. Ezévből már több vidéki városban létesültek bemutató csillagdák. A budapesti Uránia látogatóinak emelkedése és a vidéki Urániák iránt egyre növekvő érdeklődés mutatja, hogy dolgozóink örömmel vesznek részt a távesöves bemutatásokon és a csillagászati előadásokon. Ezek az intézetek fontos munkát végeznek a kultúrtorradalom kibontakozása érdekében.

A csillagászáttal kapcsolatban még ma is rengeteg babona, mendedonda és misztikus magyarázat kering közszájon, melyeket a volt kiszákinányoló osztályok tagjai tuatosan terjesztettek es terjesztenek még ma is a dolgozók között. Az imperialisták ügynökei nem egyszer megkísérlik, hogy ilyen babonák terjesztésével megzavarják a termelő munkát és fékezék a békéért folytatott harcot.

Ez év tavaszán pl. a sutlogó propaganda azt terjesztette, hogy a Föld felé egy „nagy égitest“ közeledik. Amerikai csillagászokra hivatkozta, akik már ki is számították, hogy mikor fognak összeütközni ezzel az „égitesttel.“ Az imperialisták szekértolónak nem az első kísérlete volt ez, hogy a „világ vége“ mesével megfélemlítsék és félrevezessék a dolgozókat. Az Urániák előadásain megmagyarázták a dolgozóknak, hogy a híresztelés teljesen alaptalan és mi a háttere az ilyen fecsegésnek.

Igy volt ez az év legfeltűnőbb csillagászati eseménye, a május 8-i Hold-Vénusz együttállás alkalmával is. A főváros és vidéki városaink utcáin reakciós ügynökök ágáltak és el akarták hitetni a dolgozókkal, hogy „égi jelet“ látnak, ami a harmadik világháború kitörését jelenti. A budapesti Urániában percenként szólt a telefon. A dolgozók utcai telefonfülkékből hívták fel az Urániát és felvilágosítást kértek a ritka égi tüneményre vonatkozólag. Az Uránia munkatársai eloszlatták a babonás hiedelmeket és tájékoztató közleményt adtak le a MTI, a rádió és a sajtó részére.

Kalocsán is széltében-hosszában elterjedt a hír, hogy a Hold és Vénusz össze fog ütközni, és borzalmas katasztrófa van bekövetkezőben. Sokan háborút jósoltak, egyesek pedig azt hitték, hogy csodát látnak és békegalambot véltek felfedezni a Holdban. A kalocsai Uránia tömegelőadást tartott. A felvilágosítás sikerült, a találgatások megszűntek, a kedélyek lecsillapodtak.

Igen sok kérdés futott be az Urániába levél és konzultáció formájában a napfogyatkozásról, mikor a dolgozók a Grösz-per folyamán értesültek arról, hogy a klerikális reakció Fatima községben el akarta hitetni a dolgozókkal, hogy a napfogyatkozás csoda és nálunk is megrendezték az úgynevezett fatimai ájtatosságot, melyen az összeesküvő banda 30.000 ft-ot keresett. A dolgozók világosan látták eb-



30. ábra. A budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgáló.

ből az esetből, hogy az ilyenfajta „csodák” terjesztői tudatosan hazudnak aljas politikai céljaik érdekében, mert az összeesküvő Szabó Sándor pálosrendi szerzetes így vallott erről a tárgyaláson: „Láttak egy napfogyatkozást. De a napfogyatkozás nem csoda.”

Az Urániák nemcsak ilyen egyes esetekben végeztek hasznos felvilágosító munkát. Akik nem hallgattak még csillagászati előadást, és először látogatnak el a távesővekhez, a csillagok világát rendszerint valami misztikus és titokzatos világnak képzelik. Azt hiszik, hogy az ember sorsát itt a Földön fel öbb hatalmak irányítják a világmindenségből. Aki először látja a Hold hegyeit a távesőben, igen meglepődik és kezdi megérteni, hogy nincs elvi különbség a Föld és az égitestek között. A Hold és a bolygók képe a távesőben rendkívül érdekli a dolgozókat. Kétszer, háromszor is eljönnek megnézni, és egyre többet

akarnak tudni a világmindenségről. Az első konzultációkon még olyan féléket kérdeznek, igaz-e, hogy a Holdon óriások élnek, de fokozatosan kialakul bennük a világmindenség helyes szemlélete. Belátják, hogy a titokzatosnak vélt csillagvilág éppen olyan része a természetnek, mint a Föld és sehol nincsenek csodák, misztikus lények, akik hatás-al volnának az ember sorsára. Felismerik, hogy nem „égi jelek” után kell igazodnunk, hanem saját magunk jó munkája a kulcsa a jobb életnek és a béke megőrzésének.

Az Uránia munkája sokban hozzájárul ahhoz, is, hogy eloszlassa a csillagászat tudományával kapcsolatos téves nézeteket. Akik a csillagok világát rejtélyes és kifürkészhetetlen világnak képzelik, a csillagászat tudományát is elvont, a mindennapi élettől távol álló, ingatag feltevésekre építő, megbízhatatlan tudománynak tartják. Az Urániák műszerei, és előadásai meggyőzik a dolgozókat, hogy a csillagászat éppen olyan természettudomány, mint a fizika, vagy a kémia, és szoros kapcsolatban van a gyakorlati élettel. Következtetéseit nagy pontossággal végrehajtott mérésekre és megfigyelésekre építi, a csillagászat eredményei nem feltevések, hanem tudományos igazságok. A dolgozóknak nemcsak arra van módjuk, hogy megismerjék a csillagászatot, hanem az Urániákban gyakorlatilag is résztvehetnek a megfigyelésekben. A budapesti Urániában már évek óta rendszeres amatőr munka folyik és a vidéki csillagdákból is több helyen megkezdődtek a Nap és Hold megfigyelések.

Az Urániák iránt megnyilvánuló nagy érdeklődés számszerű eredményekben is megmutatkozik. A budapesti Uránia látogatottsága az előző évihez képest jelentősen emelkedett. Míg a múlt évben 19.533 látogató volt, ez évben 22.300-an keresték fel az Urániát. Az értékelésnél figyelembe kell venni, hogy a tavaszi és nyáreleji esős és borús időjárás nagymértékben akadályozta a bemutatásokat és sok előre bejelentett üzemi csoport látogatása elmaradt. Jó idő esetén annál nagyobb számban jöttek az üzemek dolgozói, a különböző tanfolyamok és iskolák a dia és filmvetítésekkel kísért előadásokra és az ezt követő bemutatásokra. Egy este sokszor három előadást is kellett tartani. Október hónapban, amely már nem olyan kedvező az Urániába tett kirándulásokra, mint a nyári hónapok, 3082 volt a látogatók száma, ami igen kimagasló eredmény.

Ez évben nőtt meg a budapesti Uránia csillagászati múzeuma, amellyel nagy mértékben bővültek a csillagda szemléltető eszközei. A múzeum a csillagászati műszertechnika fejlődését mutatja be a társadalom fejlődésének tükrében. A műszerek története világosan mutatja, hogy a csillagászat a társadalom gyakorlati szükségletei alapján keletkezett és azokkal együtt fejlődött. Mutatja a múzeum, hogy a klasszikus reakció a múltban is ellensége volt a haladásnak és így a csillagászat fejlődésének is. A Föld forgását és napköri keringését ma

már minden Uránia látogató világosan érti, de ennek a tudományos igazságnak hirdetéséért 351 évvel ezelőtt az egyház máglyán elégettette Giardano Brunot és életfogytiglani őrizetre ítélte Galileit.

A múzeum anyagát részben a szabadsághegyi Akadémiai Csillagvizsgáló Intézettől kapott műzeális műszerek, részben az egri csillagvizsgáló maradványai alkotják. A kiállításon látható Nagy Károly bicskei csillagdájának nagy meridiánköre, az egri csillagda Dollondianus tubusa, a gellérhegyi csillagvizsgáló heliometere, Fraunhofer eredeti prizma. A múzeumot az Uránia munkásokból és diákokból álló munkaközössége április 4-i felajánlásként társadalmi munkával rendezte be. Bírálattal segítségünkre volt Pártunk Országos Központja, a Népművelési Minisztérium, a Múzeumok Orsz. Központja és a Társulat dolgozói. A szakszerű felülvizsgálatot a szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézet szakembereiből alakult három tagú bizottság végezte el.

A múzeum május 19-én nyílt meg. Az ünnepélyes megnyitáson megjelentek a Párt, a Magyar Tudományos Akadémia, a Népművelési Minisztérium, a Szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézet képviselői, a vidéki csillagdák vezetői, az Uránia állandó látogatói. Már az első hónapban több, mint 2000 dolgozó tekintette meg a múzeumot, azóta pe-



31. ábra. A budapesti Uránia Múzeum egyik terme.

dig minden csoport, mely részt vesz a távcsöves bemutatásokon, megnézi a múzeumot is. A kapott bírálatoknak alapján az Uránia munkaközössége állandóan igyekszik javítani a múzeum feladatait és berendezését.

A budapesti Uránia amatőr-megfigyelő csoportja ezévből 14-ről 17 főre emelkedett és folytatták mind a rendszeres, mind az alkalmasszerű megfigyeléseket.

Legjelentősebb munkát a változócsillag megfigyelő munkaközösség végezte. Jelentősen túllhaladták az 1950. évi megfigyelési számot. Az 1950-ben végzett 1064 megfigyeléssel szemben október 1-ig 1386 megfigyelést végeztek, a legtöbb megfigyelés, számszerint 397. júliusra esett. A munkaközösség 14 tagból áll és Barta Lajos vezetésével 10 változófényű csillagot tanulmányoztak, legnagyobbbrészt vizuális összehasonlító módszerrel. Augusztus hónapban a Szabadsághegyi Intézet 15 cm-es átmérőjű lencsés távcsövére szerelt Gráf-féle fotométerrel is végeztek észleléseket. Állandóan az Uránia 4.5—10-szeres nagyítású binokuláris távcsövet használják. A munkaközösség főleg szabálytalan és RV Tauri típusú változók megfigyelésekkel foglalkozik. Az RS Cancri fénygörbéjén maximum eltolódást találtak. Eredményeiket a Természet és Technika szemle rovatában publikálják.

A napmegfigyelő csoport tagjai, Bartha Lajos és Jáger Tamás, minden derült napon kivetítési módszerrel figyelték a napfoltokat. Napfolt relatívszám grafikonjuk a külföldi megfigyelésekkel is egyezik.

Edelényi Elemér és Jankovszki János főleg Hold megfigyeléseket végeztek. Az Atlasz és Herkules kráterek az irodalomban már ismert színeződésének nagyság- és helyzetváltozását követték 15 megfigyelés alkalmával. A 3—4 napos Holdnál az Arisztarchos világító krátert vizsgálták reflektált földfényben. Lerajzolták a Hold romkrátereinek legnagyobb részét. (40) Meghatározták helyzetüket és nevüket. Általában az összes hold-megfigyelésekről rajzot készítettek 800-szoros nagyítás mellett.

A munkaközösség a rendszeresen folyó megfigyelések mellett alkalmanként bolygó, hullócsillag és együttállások figyelését is végezték.

Az év elején egymásután két szoros bolygó-együttállás megfigyelésére nyílt alkalom. Február 7-én 20 órakor a Mars-Jupiter igen szoros együttállásban voltak. A két égitest egymástól mindössze $0^{\circ}10'$ távolságban látszott, így még 200-szoros nagyítás mellett is egyszerre látszottak, a távcső látómezejében.

A február 11-i Vénusz-Jupiter együttállásnál fényképfelvétel is készült a 20 cm-es refraktoron keresztül. A felvétel azonban a rossz légköri viszonyok miatt gyengén sikerült és így nem reprodukálható. A két bolygó látszólagos távolsága $17^h 30^m$ -kor $0^{\circ}30'$ volt. Az év első fényes tűzgömbjét március 13-án $20^h 50^m$ -kor észlelték. Április elején a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben volt megfigyelhető. A bolygó

clongációja 5-én volt a legnagyobb, de már előzőleg is a koraesti órákban feltűnt a nyugati égbolton. Megfigyelésre 4—9-ig nyílt alkalom. Ezeken a napokon lerajzolták a távcsőben mutatkozó alakját.

Az év legfeltűnőbb égi eseményéről, a július 8-i Vénusz-Hold együttállásról a Természet és Technika augusztusi számában számoltak be. Erről több fényképfelvételt és készítették.

Július 31-én $21^h 45^s$ -kor fényes hosszúsóvájú tűzgolyó volt látható. Kb. 5 mg-ra ferdén ÉK-DNY irányba tartott. Augusztus 6—7-re virradó éjjel Török Ervin Tiszatarjában két fényes tűzgömböt észlelt $23^h 40^a$ és $23^h 50^m$ -kor. Ezeken kívül számos meteort figyelt meg, amelyek legnagyobb része a Sagittárius, Ophiocbus és Aquilla csillagképek irányából áramlott. A meteorok színe fehér, a tűzgömböké sárga volt. Fényes tűzgömb volt látható október 5-én 18 órakor. Ennek rövid csóvája élénk zöld színű volt, fényessége pedig —4 mg. Lassan ÉÉK irányba haladt.

1951-ben az Uránia felszerelése több fényképező kamrával és egy kis fotólaboratóriummal bővült. A Szabadsághegyi Intézet egy 13.2 cm átmérőjű, 60 cm fókuszú Voigtlander Kamarát ajándékozott, ezt azonban eddig technikai akadályok miatt nem lehetett felszerelni. A fotógépekkel 30 felvétel készült. A felvételek legnagyobb részét Bartha Lajos és Jäger Tamás készítette. Ezenkívül Hack Frigyes, Jankovszky János, Sinka József is több felvételt készített. A legtöbb felvételt Bartha, a leghosszabbat 2 órás expozícióval Jäger készítette. Az összes felvételek expozíciós ide meghaladja a 14 órát. Ezeken kívül több felvétel készült csillagképekről, egyszerűen a távcső oldalához kötött fényképezőgéppel. Ilyenkor egy kiválasztott iránycsillag segítségével vezették a távcsövet.

Nagy népszerűségnek örvendenek az Uránia csütörtöki csillagászati előadássorozatai. Az év tavaszán és őszén két előadássorozatot tartottunk, 9—9 előadással. Az előadásokat meghívott szakemberek tartották. A Szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézetnek majdnem minden tagja vállalt előadást. Ezek az előadások az Uránia tagjainak, az amatőr csillagászoknak, a csillagászat iránt érdeklődőknek továbbképzését szolgálják.

A budapesti Uránia munkája mellett a vidéki bemutató csillagdák szervezése is megkezdődött. Egyes helyeken még az előkészítésnél tartunk, de némely helyen már megkezdődtek a bemutatók.

Szombathelyen ez évben fejeződtek be legnagyobb bemutató csillagdánk építkezései. Itt az állami gimnázium tetejére épített kupolában nyert elhelyezést Gotthard Jenő egykori 26 cm-es átmérőjű tükrös távcsöve, mely jelenleg hazánk második legnagyobb műszere.

Gotthard Jenő 1881-ben alapította a vas megyei Herény községben csillagvizsgálóját. Ebben az időben nem volt állami csillagvizsgálónk, Gotthard Jenő, mint amatőr csillagász végezte megfigyeléseit saját csil-

lagvizsgálójában. Nagy érdemei voltak a fényképezésnek a csillagászatba való bevezetése terén és ő fedezte fel fényképezés útján a Lyra gyűrűs köd központi csillagát. Gothard Jenő 1909-ben halt meg és csillagvizsgálója teljes felszerelését a szombathelyi gimnáziumra hagyta. Hosszú évekig a fizikai szertár mélyén porosodtak felhasználatlanul az értékes műszerek.

A felszabadulás után 1947 telén a gimnázium öt diákjától indult ki az a kezdeményezés, hogy a gimnázium tetejére kupolát kell építeni és abban üzembe kell helyezni Gothard Jenő távcsövet. A diákokhoz az üzemek dolgozói is csatlakoztak és anyagot, munkát ajánlottak fel. Csillagászati és fizikai előadásokat tartottak, ahol a résztvevők önkéntes adományokat juttattak az építkezésre. Ezeket is anyagbeszerzésre fordították. Az építést nagyrészt a vállalkozó fiatalok végezték. A szombathelyi üzemektől kapott anyagot kullókon hordták a gimnáziumba és szabad idejük javát, sokszor éjjelig is, a kupola felhízására fordították.

1948 tavaszán már az iskolaépület tetőszerkezetéből kiemelkedő falak jelezték a vállalkozás komolyságát. A munkálatokat Czapári Endre a gimnázium tanára és Balogh József amatőr csillagász, abban az időben a MÁV-műhely lakatosa irányította.

1950-ben a munkára felfigyelt a Megyei Tanács és kisebb-nagyobb összegeket utalt ki az építkezésre. Ez meggyorsította az építkezés ütemét és az év telén már belülről burkolták a kupolát. Az építkezést a város dolgozói nagy érdeklődéssel figyelték.

A Természettudományi Társulat javaslatára 1951 nyarán 17.000 forintos államsegély juttatásával lehetővé vált a kupolaépítés befejezése. Már csak az ajtórés és a kupola mozgatásának szerelése van hátra. A távcső a kupolában felszerelve várja a dolgozókat. Rövidesen megnyílik a szombathelyi Uránia, ahol Szombathely minden dolgozója résztvehet a távcsöves bemutatásokon.

Gothard Jenő távcsöve és a különböző segédműszerek lehetővé teszik, hogy az amatőr csillagászok tudományos értékű megfigyeléseket is véghezvihessenek. Dr. Detre László, a Szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézet igazgatója kilátásba helyezte, hogy szakszerű irányításával fogja elősegíteni a szombathelyi amatőrök eredményes munkáját.

Kalocsán 1878-ban az akkori érseki gimnáziumban papi csillagvizsgálót létesítettek. Az egyház még egészen 1828-ig megtiltotta Kopernikusz könyveinek olvasását, később azonban taktikát változtatott. Magához akarta ragadni a kezdeményezést a természettudományok művelésében azzal a céllal, hogy hamis következtetésekkel a természettudományok eredményeit az idealista világnézet igazolására használja fel. Különös előszeretettel karolta fel az egyház a csillagászatot, mert

a csillagászat egyik legfontosabb alapja a materialista világnézetnek. Nálunk a XVIII. század második felében épültek a nagyszombati, a budai és egri egyetemi és a kolozsvári kollégiumi csillagdák, melyeket a jezsuiták tartottak fenn. Ezekhez csatlakozott később a kalocsai



32. ábra. A szombathelyi Bemutató Csillagda 26 cm-es tükrös távesőve.

esillagvizsgáló. A kalocsai műszerek az idők folyamán korszerűtlenné váltak és a csillagdában már régen nem végeztek észleléseket. A felszabadulás után államosították a csillagdát. A csillagda műszerei bemutatásra és amatőr célokra kiválóan alkalmasak, így a hajdani papi csillagdából a dolgozók csillagdája lett, mint bemutató csillagda a Természettudományi Társulat irányítása alá került és az 1951. év második felében kezdte meg munkáját. A csillagdának hat főből álló

aktíva csoportja Majoros Zoltán középiskolai tanár, majd az ő át-helyezése után Ferencz Gábor ifjúmunkás vezetésével lelkesen és szívesen dolgozott. Havonta átlag három bemutatással egybekötött előadást tartottak 20—24 főnyi hallgatóság előtt. A csillagda kupolájában még 12 külön előadás is volt, összesen kb. 220 hallgatóval. Érdeklődéssel fordultak a csillagok felé a kalocsai üzemek dolgozói is és csoportos látogatásokkal kb. 200-an keresték fel az intézetet. Hasznát veszi a távcsőnek a tanuló ifjúság is, a szakéretségi hallgatók közül 150-en vettek részt a bemutatásokon. A csillagda munkaközössége a pedagógusok bevonásával 25 esetben a helyi szervezetekben, az üzemekben és a környező falvakban is tartottak előadásokat, amelyeken résztvevő hallgatók száma kb. 1100 volt. A május 8-i Hold-Vénusz



33. ábra. A kalocsai bemutató csillagda

együttállás alkalmával rendezett tömegelőadás után nagyot nőtt a csillagda népszerűsége és tekintélye.

Helyi kezdeményezésre alakult meg a *kecskeméti* csillagász csoport, amely a Természettudományi Társulat kecskeméti csoportjának megszervezése után mint annak csillagászati szakosztálya folytatja munkáját. Kecskeméten azelőtt kevés dolgozó tudta, hogy mi a csillagászat. A bugaci pásztorok felhasználták a csillagok járását az időmérésre, de sokfajta babona is keringett a csillagokról a kecskeméti tanyavilágban. Arra is emlékeztek, hogy a 900-as években 27 km-re a várostól a Szentkirály-pusztai iskolában Dömötör János tanítónak volt egy magakészített távcsőve, mellyel nézegette a csillagos eget. A pontos időjelző szolgálatot is ellátta Dömötör „csillagdája”: a távcsővel a toronyóráról leolvasta a pontos időt. Aktívai is voltak: a gyerekek a távcsővön keresztül figyelték, hogy jön-e a tanfelügyelő, vagy igazgató. Ezzel körülbelül ki is merül Kecskemét csillagászati múltja.

A kecskeméti dolgozók érdeklődését nagyban felkeltették a Kecs-keméten rendezett természettudományos előadások és az év tavaszán azzal fordultak a Természettudományi Társulathoz, hogy csillagász-csoportot szeretnének alakítani. A csoport a Társulattól egy 15 cm-es tükrös távesövet és egy üstököskereső refraktort kapott. A távesöveget az SZTK tetején helyezték el. A csoportnak 30 tagja van és egyre bő-vül. A csoport vezetője Rácz elvtárs ipari iskolai igazgató és lelkesen részt vesz a munkában Fekete József ált. igazgató is. A városban nagy az érdeklődés a bemutatások iránt, eddig 3725-en látogatták meg a csillagdát.



34. ábra A kecskeméti bemutató és üstökös kereső táveső.

A szegedi Uránia bemutató távesövet még 1950. évben, Sztálin elvtárs születésnapja alkalmával szerelték fel a város központjában a Szakértségi Kollégium lapos tetőzetén. A műszer 20 cm átmérőjű Newton rendszerű reflektor, fókusz távolsága 160 cm. Nyílás viszonya kedvezőbb, mint a budapesti Uránia főműszeréé. A bemutatásokon résztvesznek a szegedi üzemek dolgozói, a tanulóifjúság és bekapcsolódtak a honvédség egyes csoportjai is. Egy év alatt kb. 2800 látogató volt, jelentős számban, 50%-ban üzemi dolgozók. A szegedi Urániát Kunfalvi András vezeti.

A bázakerettyei csillagászati szakkör 1951. május 23-án alakult meg az ottani 1200 dolgozót foglalkoztató Olajipari Vállalat dolgozói köréből Benke Márton vezetésével. A szakkör tagjai olvasóköroket alakítottak, ahol megismerkedtek a csillagászat elemeivel. Júliusban a Társulattól egy 15 cm-es tükrös távcsövet kaptak és augusztusban megkezdték a bemutatásokat. Az olajipari vállalat dolgozói kívül 30 iskolás gyerek is megnézte már a Hold krátereit és a Jupiter holdjait.



35. ábra. A bázakerettyei bemutató távcső.

A Természettudományi Társulat *debreceni* csoportjának csillagászati osztálya 1951. január óta működik. Október 1-ig több, mint 2000 dolgozó látogatta meg a csillagdei bemutatásokat. A bemutatások Szász Gábor vezetésével a debreceni Tudományegyetem Meteorológiai Intézetéhez tartozó csillagdában történtek, az ott levő 16 cm-es objektív átmérőjű Merz-féle refraktorral, melynek gyújtótávolsága 175 cm. Általában a Holdat és a bolygókat szokták bemutatni. A műszer jól mutatja a Szaturnusz gyűrűjén a Cassini osztást és az extragalaktikus objektumokat. A szakosztálynak jelenleg épül egy 20 cm-es tükrös távcsőve is. Szerelését a szakosztály tagjaiból alakult brigád végzi. Az új műszer üzembehelyezését 1952-re vették tervbe.

A szakosztály továbbfejlesztésére kéthónapos tanfolyamot indítottak, új előadók és új amatőr-megfigyelők kiképzése céljából. A bemutató brigádot 8 tagra sikerült kiegészíteni.

A pécsi csillagászati szakosztály ugyancsak ez év elején alakult meg. Vezetője: Fekete István. Bemutató műszerük 15 cm-es tükrös távcső. Eddig már 1800 látogatójuk volt és több szakosztályi előadást tartottak.

Bemutató táveső van még Miskolcon és Baján, ahol folyamatban van bemutató gárda megalakulása és a rendszeres bemutatások megkezdése. Bemutató csillagdák szervezése folyik Szolnokon, Békéscsábán, Orosházán, Sopronban. Ötéves tervünk végén nem lesz olyan megyénk, ahol ne lenne bemutató csillagda.



36. ábra. Csoportos bemutatás a pécsi Urániában.

A csillagdák részére a Társulat kis csillagászati könyvtárt juttatott, a legfontosabb népszerűsítő csillagászati könyvekből és brosurákból. A bemutatókat kevés kivétellel rendszeres továbbképzésben vesznek részt.

Ez év májusában a budapesti Urániában kétnapos konferenciát tartottunk a vidéki csillagdák vezetői részére, ahol beszámoltak eddigi tanulmányaikról, közösen értékeltük a végzett munkát is. Kijelöltük a soronlevő feladatokat és tanulmányozták a budapesti Uránia munkáját. A konferenciákat félévenként a jövőben is folytatni fogjuk, mindig más csillagda székhelyén, a tapasztalatesere elmélyítése céljából. A legközelebbi konferencia 1952. elején Pécsen lesz.

Az elért eredmények mellett még számos hiba is mutatkozik a bemutató csillagdák munkájában. Nem használtuk ki eléggé az adott le-

hetőségeket és a dolgozók nagy érdeklődése arra kötelez, hogy többet és jobbat nyujtsunk az eddigieknél. A budapesti Uránia jelenleg csak egy nagyobb műszerrel dolgozik, ami sokszor torlódást okoz és vontatottá teszi a bemutatásokat. Sürgősen meg kell oldani a második műszer felállítását és a bemutató terraszt kibővítést. Mind a budapesti, mind a vidéki Urániákban kevés az aktívák száma. A vidéki csillagdak munkája még nem eléggé tervszerű és rendszeres. Nincs meg a szoros kapcsolat a vidéki intézetek és a budapesti Uránia és ugyanígy a Társulat csillagászati szakosztálya között. Hiányzik a tapasztalatsere. Rendszeres amatőr munka csak a budapesti Urániában folyik. Nincs megszervezve országos viszonylatban az amatőr megfigyelő há-



37. ábra A moszkvai planétárium bemutató tere.

lőzat, aminek nagy jelentősége lenne a meteor észlelések szempontjából. A vidéki csillagdakban a távcsövek mellett nincsenek más szemléltető eszközök. Az üzemek dolgozói nincsenek kellő súllyal képviselve a bemutató gárdában és az amatőr megfigyelésekben. A bemutatások nem mindig megfelelőek, olykor mechanikus, nem kísérő szakemberű magyarázat és nem magyarázzák meg a dolgozóknak az azokból levonható következtetéseket. Ezeket a hibákat a jövőben feltétlenül ki kell küszöbölni.

Példaképünk ezen a téren is a Szovjetunió, mely a csillagászat népszerűsítését illetően is messze előttünk jár. A bemutató távcsöveken kívül a dolgozók a moszkvai planetáriumban is tanulmányozhat-

jak a csillagos eget és a planetárium környékén sokféle szemléltető eszköz áll a dolgozók rendelkezésére. Nálunk is nagy szükség volna planetáriumra és a jövő évben megkezdjük egyelőre egy egyszerűbb kivitelű planetárium felállításának előkészítését. A budapesti Uránia munkaközössége tervbevette a bemutató terraszon kívül bemutató tér létesítését is, ahol a távcső mellett más szemléltető eszközök (napórák, föld és éggömb, stb.) felállítását is tervezik. Fejleszteni kell az Uránia múzeumot is, ennek legközelebbi állomása lesz az Uránia óragyűjtemények rendezése. Az Uránia munkájába sokkal több dolgozót kell bevonni. Meg kell indítani a távcsőkészítő kísérleti műhelyek működését, ahol a dolgozók maguk készíthetnek kisebb lencsés vagy 10—15 cm-es tükrös távcsöveket.

A már működő vidéki csillagdak működését tovább kell fejleszteni. Ehhez több segítséget kell adni. A bemutatások mellett meg kell szervezni a csillagász szakköröket és az ott kitűnt dolgozókat be kell vonni a bemutatókba és az amatőr megfigyelésekbe. A meglevő csillagdak mellett fokozatosan minden nagyobb városban létesítünk bemutató csillagdat.

A munka megjavításához nem utolsósorban szükséges, hogy a csillagdak aktívái állandóan fejlesszék szakmai és ideológiai felkészültségüket. Népi demokráciánk gondoskodása és anyagi segítsége teszi lehetővé a bemutató csillagdak létesítését és fenntartását és az aktívakon múlik, hogy ezek az intézmények valóban a dolgozók művelődését, felvilágosítását és az egyedüli helyes materialista világnézet megerősítését szolgálják.

Róka Gedeon

Csillagtársulások és a csillagok keletkezése*

Közismert, hogy az a csillagrendszer, amelyben élünk: a Tejútrendszer, sokmilliárd csillagból áll. A Nap is, bolygócsaladjával együtt a Tejútrendszer egy tagja. Mindezek az égitestek a Tejútrendszer vonzási középpontja körül mozognak.

A csillagok között találhatunk kettőscsillagokat, háromszoros és többzörös rendszereket, ezeket olyan csillagok alkotják, amelyeknek tömege nagyságrendileg egyenlő. Egy kettős csillag komponensei olyan csillagpárt képeznek, amelyek azonkívül, hogy a Galaktika centruma körül mozognak, még a két komponens tömegközéppontja körül is keringenek.

Még feltűnőbb képet mutatnak a csillaghalmazok. Ezek nagyszámú csillagból állanak, minden csillag a halmazban két mozgást végez, egyrészt a halmaz centrumához képest, másrészt az egész halmazzal együtt a Tejútrendszer középpontja körül mozog. A csillaghalmazokról azt mondhatjuk, hogy a Tejútrendszernek mintegy „kollektív tagjai”.

A csillaghalmazok két csoportba oszthatók: vannak nyílt halmazok és gömbhalmazok. Az előbbi típushoz tartozók olyan objektumok, amelyeknek sűrűsége kisebb, abban az értelemben, hogy a térfogategységben a csillagok száma viszonylag kicsi. Általában néhány tucat csillagból állanak, legfeljebb néhány száz csillagból. Ezek a nyílt halmazok a Galaktika centruma körül olyan pályákon keringenek, amelyek alig térnek el a körtől, mozgásuk során a Tejút szimmetria-síkjától nem távolodnak el nagyon. Viszonylag nagyobb fényességű csillagokból állanak, törpecsillag csak kevés van bennük.

A gömbhalmazok jelentős mértékben különböznek a nyílt halmazoktól. A Tejútrendszer centruma körüli mozgásuk pályája erősen eltér a körpályától. Mozcásuk során messzire eltávolodhatnak a Tejút szimmetria-síkjától, néha több ezer parszek távolságra is. A gömbhalmazok viszonylag kistényességű csillagokban, törpékben

* „Die Sternassoziationen und die Entstehung der Sterne.“ Abhandlungen der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Mathematik und allgemeine Naturwissenschaften, Jahrgang 1950. Nr. 2. 1951. Fordította: Herczeg Tibor.

és szubtörpékben gazdagok, míg „forró“ óriásfeletti csillagok (szuperóriások) egyáltalán nem fordulnak elő bennük.

Eltelítve ezektől a nagy különbségektől, bármelyik típusba tartozó halmaz azonnal felismerhető, a Galaktika csillagainak háttere előtt, mint erős csillagsűrűsödés. A fényképlemezeken a halmazok, mint jól megkülönböztethető csoportosulások látszanak.

Mindegyik csillaghalmaz a Tejútrendszer általános gravitációs terében mozog. Ez az erőter nem homogén, így a halmazok különböző részein levő csillagok különböző gyorsulásokat kapnak. Ez azt jelenti, hogy a Tejútrendszer általános gravitációs erőtere mintegy arra törekszik, hogy a halmazokat fölbonthatja és csillagaikat egymástól elválogassa. Az egész Tejútrendszer ilyenféle hatása a halmazokra sok hasonlóságot mutat a Napnak, vagy a Holdnak a Föld tengerére gyakorolt árkeltő hatásához. Ezért nevezhetjük ezt a hatást is árkeltő hatásnak.

Ha az árkeltő erők meghaladják a halmaz csillagai között működő vonzóerőt, akkor a halmaz, mint egész, nem állhat fenn sokáig, hamarosan megkezdődik a halmaz felbomlásának folyamata. Nem nehéz megbecsülni, hogy milyen feltételek mellett haladja meg ezek az árkeltő erők a halmaz csillagai közötti, belső vonzóerőket. Ez akkor következik be, ha a halmaz közepes sűrűsége bizonyos kritikus érték alá süllyed, ami megfelel nagyságrendileg a Tejútrendszer közepes sűrűségének. Ez más szóval azt jelenti, hogy a halmaz felbomlásához az szükséges, hogy sűrűsége kisebb legyen, mint a Tejútrendszer terének általános csillagsűrűsége.

Első pillantásra ebből arra következtethetnénk, hogy ilyen halmazok egyáltalában nem létezhetnek. Azonkívül egy ilyen halmaz csillagainak észrevétleneknek kellene maradniuk az őket körülvevő csillagok hátterében, a halmaz kicsiny sűrűsége miatt. Nehéz dolog lenne ilyen halmazokat a fényképeken közvetlenül felfedezni. A legutóbbi időkig ilyen csekélyszűrűségű rendszerek létének kérdését még csak fel sem vetették.

Az 1947-es esztendőben két, megfigyelésből adódó tény vonta magára figyelmünket.

A Ulezernyi változó csillag között, amelyek ezidőszert a csillagászok előtt ismeretesek, van néhány olyan csillag, amelyik a T Tauri típushoz tartozik. Ezek a csillagok fényváltozásuk teljesen szabálytalan voltával tűnnek ki, színképükben pedig fényes vonalak mutatkoznak. Színképük a törpék G, K, M, típusát mutatja. A Német Tudományos Akadémia sonnebergi obszervatóriumán az utóbbi időben fedeztek fel néhány ilyen csillagot. Megállapították, hogy a T Tauri típus csillagai nem egyenletes eloszlást mutatnak az égbolton, hanem mintegy „fészkekben“ helyezkednek el, azaz csak az égbolt bizonyos területein találhatók, ezeknek a területeknek átmérője mintegy

10⁰. Különösen két csoportja tűnik ki ezeknek a csillagoknak, az egyik a Taurus—Auriga, a másik az Aquila—Ophiuchus vidéken van. Az eddig felfedezett T Tauri-csillagoknak ilyenfajta koncentrációja az égbolt bizonyos területeire nem magyarázható a megfigyelések speciális feltételeiből. A Tejútrendszerben tényleg léteznek ezeknek a csillagoknak reális, térbeli csoportosulásai. Ilyen csoportosulások léte továbbá nem lehet a T Tauri csillagok Galaktikán belüli eloszlásában mutatkozó véletlen ingadozások következménye.

Mindebből az következik, hogy ezeknek a csillagcsoportoknak tagjai között valamilyen összefüggés, kapcsolat áll fenn. Ha ismerjük ezeknek a csillagcsoportoknak tőlünk mért távolságát, meg tudjuk becsülni a csoport átmérőjét és közepes sűrűségét. Erre a sűrűsége olyan értéket kaptunk, amelyik mintegy százszor kisebb a Galaktika átlagos sűrűségénél azon a vidéken, ahol ezek a halmazok a csillagok közé mintegy be vannak ágyazva. Magától értetődik, hogy a fényképeken egy ilyen csoport csillagai teljesen elvesznek a háttér ezernyi csillaga között. Ennek alapján nem számíthatjuk ezeket a csoportokat a közönséges csillaghalmazokhoz, új nevet kaptak: T-társuláscknak neveztük el őket. Megállapíthatjuk azt is, hogy az égnek ezen a területén a T Tauri típusú változó csillagokon kívül még néhány tucat olyan törpecsillag van, amelyek ugyan nem mutatnak észrevehető változást a fényességükben, de színképük G, K, M, típusú és emissziós vonalakat mutat. Nem kétséges, hogy ezek a csillagok a társulások többi csillagaival kapcsolatban állanak, így a T-társulás tagjai közé számíthatjuk őket. De a társulás sűrűsége még ezeknek a csillagoknak a hozzászámítása után is többszörösen kisebb, mint a Galaktika terének általános csillagsűrűsége. Az imént mondottakból következik, hogy egy ilyen csillagrendszer a Tejútrendszerben nem sokáig állhat fenn, mielőtt létrejön, azonnal megkezdődik felbomlásának folyamata. És mégis, ilyen T-társulások megfigyelhetők. Nincs más hátra, mint arra következtetni, hogy a T-társulások olyan csillagcsoportok, amelyek nemrég keletkeztek és amelyek ezidőszerint éppen felbomlanak az egész Tejútrendszer árkeltő hatása alatt.

Még érdekesebb tények mutatkoznak, ha az O és B színkép típusú csillagok, a magashőmérsékletű óriásfeletti csillagok erősen „feloldott” csoportosulásait vizsgáljuk.

Már régebben ismeretes volt, hogy a Skorpió-csillagképben levő NGC 6231 jelzésű nyílt halmaz, valamint a Perseus h és chi jelzésű nyílt halmazai körül 30—40 magashőmérsékletű óriásfeletti csillag található. Annak a csoportnak az átmérője, amelyik a h és chi Persei halmazokat körülveszi, az égboltra vetítve, mintegy 5⁰-nak adódott, ez az érték többszörösen meghaladja akármelyik nyílt halmaz átmérőjét. Az említett kettőshalmaz pedig mintegy a magját alkotja az O és

B csillagok ilyenfajta nagykiterjedésű csoportosulásának, társulásának. Ennek a társulásnak lineáris átmérője mintegy 170 parszek, ez igen nagy átmérő, ha összehasonlítjuk más csillaghalmazokéval, akár a nyílt, akár a gömbhalmazokét tekintjük is. Ez a társulás csillagoknak egy olyan erősen „feloldott” csoportosulását jelenti, amelyik a fényképlemezeken nem mutatkozhat, ha a lemezen minden csillagot figyelembe veszünk. (Kivételt képez természetesen a halmaz két magja.) Ha viszont csak az O és B csillagokat tüntetjük fel valamilyen égitérképen, akkor ez a társulás nagyon is észrevehető sűrűsödést jelent.

A helyzet az, hogy bár az O és B csillagok a legnagyobb abszolút fényességűek, de a fényképlemezeken szétszórva látjuk őket ezernyi más csillag között, ezeknek abszolút fényessége ugyan kisebb, mégis közelebb lehetnek hozzánk és így a látszólagos fényességük gyakran meghaladja a társulás csillagainak fényességét. Ez viszont kézenfekvővé teszi azt a gondolatot, hogy ha más galaktikákban léteznek magas hőmérsékletű szuperóriás csillagoknak ilyen társulásai — O-társulásoknak neveztük el őket — akkor ezek a földi megfigyelők számára nem fognak elveszni ebben a galaktikában a csillagok háttére előtt. Ez a háttér ugyanis abszolút fényességben gyengébb csillagokból áll, mint az O-társulás csillagai, másrészt, minthogy egy extragalaktika csillagai tőlünk gyakorlatilag egyforma távolságra vannak, a látszólagos fényességben mutatkozó differenciák éppen meg fognak felelni az abszolút fényesség differenciáinak, (ha eltekintünk az abszorpcióban mutatkozó kis különbségektől). Azzal a paradox helyzettel állunk szemben, hogy a saját Tejútrendszerünkben az asszociációkat nehezebben fedezhetjük fel, mint a közelünkben lévő extragalaktikában.

Ezek a megfontolások ahhoz a következtetéshez vezetnek, hogy a h és clu Persei halmazok körül elhelyezkedő O-társulás egy, a Tejútrendszeren kívül elhelyezkedő megfigyelő számára úgy mutatkozna, mint egy gigantikus csillaghalmaz, 170 parszek átmérővel, a Skorpió-társulás pedig mint egy 30—40 parszek átmérőjű halmaz. Figyelmet érdemel, hogy a közönséges nyílt halmazok átmérője a Tejútrendszerben ritkán nagyobb 10 parszeknél és mindig kisebb, mint 20 parszek.

A megfigyelések azt mutatták, hogy éppen a hozzánk legközelebbi extragalaktikában, a Nagy Magellán-felhőben, 20 parszeknél kisebb átmérőjű nyílt halmazok mellett, mintegy 15 óriáshalmaz létezik, ezek átmérője nagyobb, mint 30 parszek. Különösen jól ismert az NGC 1910 jelzésű óriási halmaz a Nagy Magellán-felhőben, ennek átmérője 70 parszek nagyságrendű. Ez a halmaz magas hőmérsékletű szuperóriásokból áll. Benne helyezkedik el többek között az S Doradus csillag, amelyik az ezidőszert ismert összes csillagok közül a legnagyobb abszolút fényességű és a P Cygni csillagok közé tartozik. Ezek a csillagok azt a különlegességet mutatják, hogy

belőlük folyamatosan igen nagy mennyiségű anyag áramlik ki. Kétségtelen, hogy az NGC 1910 és a többi óriáshalmaz a Nagy Magellán-felhőben nem tartozik a közönséges nyílt halmazok közé, hanem O-társulásokat alkotnak, amelyekre néhány példát a mi Tejútrendszerünkben is találtunk.

Más, távolabbi fekvő szabálytalan extragalaktikában, csakúgy, mint a késői típusú spirálködökben, ugyanilyen alakzatok figyelhetők meg.

Az Sc-típusú extragalaktikák (ezek olyan extragalaktikák, amelyeknél a spirálkarok viszonylag jól kifejezettek, míg a mag aránylag gyenge) spirálkarjai olyan csillagsűrűsödésekből állnak, amelyek igen fényes kék csillagokat, tehát O és B-típusú csillagokat tartalmaznak. Néhány esetben ezeknek a sűrűsödéseknek a spektrumában fényes vonalakat lehetett találni, amelyek az ú. n. gázködökre jellemzők. Ezekben az esetekben az ilyen sűrűsödés hatalmas diffúz gázködöt tartalmaz. Az viszont jól ismeretes, hogy a nagy gázködök fénye az O és B csillagok sugárzásától ered. Mindkét esetben a késői spirálisok karjában mutatkozó sűrűsödések a valóságban csillagtársulások.

Ha most visszatérünk egy pillanatra a mi Tejútrendszerünkhöz, akkor megállapíthatjuk, hogy az Orion-ködben és környékében egy egész csoport O és B csillag van, amelyeknek távolsága mintegy 450 parszek és amelyek O-társulást képeznek. Igen érdekes, hogy ebben a társulásban, mint ahogy más nagy fényességű csillagokból álló társulásokban is, meg tudunk különböztetni egy magot, amelyet nyílt halmaz alakot. Kétségtelen, hogy az „Orion-trapézt” (egy többszörös csillagot) körülvevő nyílthalmaz éppen ennek az Orionban található O-társulásnak a magja.

Azoknak a vizsgálatainknak a során, amelyeket az Örmény Tudományos Akadémia bjurakáni csillagvizsgálóján végeztünk, Tejútrendszerünkben 20 különböző távolságú O-társulást találtunk. Közülük legalább is egynéhány csillagokon kívül diffúz gázködöket is tartalmaz.

Az O-társulások sűrűsége, mint már említettük, nagyságrendileg kisebb, mint a Galaktika csillagmezejének a sűrűsége, amelyikbe ezek a társulások be vannak ágyazva. Ennek alapján nem lehetnek stacionárius alakzatok. *Olyan csillagcsoportoknak kell lenniök, amelyek nemrég keletkeztek és a fölbomlás folyamatában vannak.* Könnyű kimutatni, hogy a társulások képződése nem lehet valamilyen stacionárius rendszer szétbomlásának a következménye, álljon az akár csillagokból, akár más testekből, amelyek a csillagokkal mechanikai szempontból egyenértékűek.

Az egyetlen lehetséges magyarázat a csillagtársulások létrejöttére vonatkozóan az a föltevés, hogy a csillagok, mint dinamikai egysé-

gek a társulásokon belül keletkeztek. Ha meggondoljuk, hogy a Galaktika differenciális rotációja fel kell, hogy bontsa a társulásokat, akkor meg tudjuk becsülni életkoruk felső határát. A közönséges társulásokra néhányszor 10 millió évet kapunk, ez viszonylag csekély, ha az egész Tejútrendszer korával hasonlítjuk össze. Ez utóbbit ugyanis legalább milliárd évekkel kell mérnünk. Ha még feltételezzük, hogy az árkeltő erőkn kívül más erők is léteznek, amelyek a csillagokat egymástól eltávolítják, akkor az 50—60 millió év helyett 10—20 millió évet kapunk.

Ahhoz a következtetéshez jutunk, hogy *mind az O-társulások, mind a T-társulások csillagai rendkívül fiatalok.*

Vannak azonban ettől független bizonyítékaink is arról, hogy az O-társulások csillagai igen fiatalok. Az O-, B-típusú csillagok és a Wolf—Rayet-csillagok a legnagyobb tömegűek, tömegük tízszer, néha még többször nagyobb, mint a Nap tömege. Felületükről az anyagnak hatalmas áramlása folyik kifelé. A Wolf—Rayet és a P Cygni típusú csillagok esetében ez a kiáramlás folyamatos, a B-típusú csillagok esetében hol erősödik, hol gyengül, ezzel kapcsolatban lépnek fel, majd tűnnek el a csillagok spektrumában az emissziós vonalak. Így hát az említett típusú csillagok a legnagyobb tömegűek, egyzersmind tömegüket intenzíven csökkentik. Nyilvánvaló, hogy nem keletkezhettek más típusú csillagokból, hanem olyan testekből keletkeztek, amelyek másképp épülnek fel, mint a közönséges csillagok. A tömeg veszítésének intenzitása mutatja, hogy ezeknek a csillagoknak kialakulása egészen közeli múltban történhetett. Így az is kétségtelen, hogy a társulások csillagai maguk sem keletkeztek régen. Mindez ahhoz az alapvető következtetéshez vezet bennünket, hogy *a csillagok kialakulása ma is folyik a Tejútrendszerben.* Egy másik fontos következtetés az, hogy *a csillagok kialakulása csoportokban, a társulásokon belül történik.*

Felvetődik az a kérdés, hogy a csillagoknak társulásokban történő kialakulásával, ennek a folyamatnak a mechanizmusával meg tudjuk-e magyarázni a Tejútrendszer valamennyi csillagának keletkezését? Ámbár ezidőszent nem ismerjük ennek a mechanizmusnak a részleteit, mégis megkísérélhetjük ennek a kérdésnek a tárgyalását. Először is vegyük szemügyre Kukarkin professzor vizsgálatainak eredményét a Tejútrendszer szerkezetétől. Kukarkin szerint, ha vizsgáljuk a fizikailag különböző típusba tartozó csillagok Tejútrendszeren belüli eloszlását, akkor azt vesszük észre, hogy ezek az alrendszerek gyakran különböző struktúrájuk, az őket alkotó egyes csillagtípusok térbelileg is különböző eloszlást mutatnak. Megfordítva, az alrendszerek között csoportokat tudunk elhatárolni, amelyek a térbeli eloszlás szempontjából hasonlóságot mutatnak egymáshoz. Példaként szolgáljanak a sík alrendszerek, azaz olyan rend-

szerek, amelyek csillagai a Tejút szimmetria síkjának környékére koncentrálódnak. Ezeknek a rendszereknek csillagai O, B, A színképtípusú csillagok, hosszúperiódusú Delta Cephei csillagok és vörös szuperóriások, ezek képezik az összes sík alrendszereket. A rövidperiódusú Delta Cephei csillagok és szubtörpék, — ezeket Parenágo professzor fedezte fel — gömbalakú, szférikus alrendszereket képeznek. Van egy átmeneti típus is, ilyen alrendszert alkotnak például a G és K típusú törpék.

Mindegyik alrendszernek a fázisoszlása stacionárius. Ennek az eloszlásnak lassú változásokat kell mutatnia annak következtében, hogy a csillagok egymást megközelíthetik, minthogy ilyen „találkozások” alkalmával az egymást megközelítő csillagok mozgás-integráljának értéke általában megváltozik. De a Tejútrendszer csillagainak kora a relaxációs időhöz viszonyítva kicsiny, így a találkozásoknak a hatását a csillagok élettartama alatt elhanyagolhatjuk. Ugyanezen az alapon nem változtatják meg az alrendszerek sem térbeli eloszlásukat az idők folyamán. Ennek következtében azok a csillagok, amelyek példának okáért valamelyik sík alrendszerhez tartoznak, nem mehetnek át olyan, fizikailag más típusú csillagokba, amelyek mondjuk szférikus alrendszert képeznek. Más szóval: a csillagok, amelyek különböző típusú alrendszerekhez tartoznak, nem jelenthetik bizonyos objektumoknak különböző fejlődési fokait.

A csillagok állapotának megváltozásával tehát nem jár együtt az alrendszer térbeli szerkezetének semminemű változása.

Ilyen körülmények között figyelmet érdemel az a körülmény, hogy az O-társulásokban előforduló csillagoknak mindig sík alrendszerek felelnek meg, míg azoknak, amelyek a T-társulásokban fordulnak elő és ezeken belül keletkeznek, az alrendszerek közötti átmeneti típus felel meg.

Felmerül az a gondolat, hogy a sík alrendszerek egész populációja az O-társulásokban keletkezik, az átmeneti alrendszereké pedig a T-társulásokban.

Ez azt jelenti, hogy a csillagok, amelyek a T-társulásokban keletkeznek, a társulásokból nagy sebességgel távoznak. Az O-társulásokat viszont a csillagok kis sebességgel hagyják el.

Durván megbeesülve a számszerű viszonyokat, azt mondhatjuk, hogy a Nap környezetében, mintegy 3000 parszek távolságig 20 O-társulást ismerünk, valószínű számuk az egész Tejútrendszerben ezer körül lesz. Ha egy-egy társulás élettartamára 10 millió évet veszünk, akkor minden tízezer esztendőben fel kell tűnnie egy O-társulásnak. A Tejútrendszer egész élettartama kb. 10^{10} év, ezalatt egymillió O-társulásnak kellett keletkeznie és felbomlania. Ha azon csillagok száma, amelyek egy-egy O-társulásban keletkeznek, nagyságrendileg néhány száz, vagy mondjuk ezer, akkor ebből követ-

kezik, hogy a Tejútrendszer élettartama alatt az O-társulásokban keletkezett csillagok száma néhány százmillió, vagy egymilliárd. Ez a szám bőven elég, hogy megmagyarázhassuk, a sík alrendszernek egész populációjának keletkezését. A T-társulásokra hasonló becslést végezni bizonytalanabb dolog. Mindenesetre egy ilyen becslés hasonló végeredményre vezet az átmenti alrendszerekre vonatkozóan.

Másrészt az egészen bizonyos, hogy a szférikus alrendszer csillagai nem keletkeznek az általunk ismert csillagtársulásokban. Keletkezésük külön vizsgálatot igényel. Azok a csillagok, amelyek a társulásokon belül keletkeznek, utána sem maradnak változatlanok. Fejlődési folyamatukat folytatják, fizikai állapotuk megváltozik. Különösen fontos a következő körülmény: az O-csillagok határozott többsége, mintegy 90%-nak O-társulásokhoz tartozik (Guradjan szerint). Ez azt jelenti, hogy mialatt az O-csillagok a társulásokból eltávoznak, — mintegy tízmillió évre tehetjük ezt az időt — szinképtípusuknak meg kell változnia. Ugyanez mondható a P Cygni csillagokról is.

Az itt előadott megfontolások mutatják a csillagtársulások jelentőségét a kozmogónia szempontjából és aláhúzzák a csillagtársulások részletesebb vizsgálatának nagy fontosságát. Itt éppen azokat a munkákat kell megemlíteni, amelyeket a legutóbbi időben a bjurakáni csillagvizsgálóban végeztek és amelyek a részletek egész sorát tisztázták a társulások felépítéséről. Ezeknek a tényeknek a tárgyalását szeretném most elkezdni.

Ismeretes, hogy a többszörös rendszerek nagy része olyan természetű, hogy két szomszédos, szoros és egy harmadik, távolabbi komponensből áll. Az ilyen rendszert nevezhetjük közönséges többszörös rendszernek. Könnyű igazolni, hogy az ilyen rendszerben minden mozgásnak közelítőleg periodikus jellege van. Ami a négyes rendszereket illeti, a legtöbb közülük olyan, hogy benne két szoros csillagpár kering nagyobb kölcsönös távolságban a rendszer tömegközéppontja körül.

Van azonban a többszörös rendszereknek egy másik típusa is.

Láttuk az imént, hogy annak a nyílt halmaznak középpontjában, amelyik az Orion-beli társulás magját alkotja, található az Orion-trapéz többszörös rendszere. Ez a többszörös rendszer az ilyen rendszerek többségétől abban különbözik, hogy benne valamennyi komponens kölcsönös távolsága ugyanolyan nagyságrendű. Ez a körülmény a rendszer mozgásviszonyait különleges jellegűvé teszi. Az ilyen rendszerek megkülönböztetéseként, bevezettük az „Orion-trapéz típus” megjelölését. Ugyanígy, ha egy olyan három komponensű rendszerrel van dolgunk, amelynek komponensei nagyságrendben megegyező távolságra vannak egymástól, az ilyen rendszert is Orion-trapéz típusúnak nevezzük. Ezekben a rendszerekben a mozgások nem periodikusak. A komponensek közötti energia-kicserélődés következményeként

ezek a rendszerek éppen úgy szétesnek, mint ahogy a közeli találkozások alkalmával fellépő energiakicserélődés következtében minden csillaghalmaz felbomlik.

A többszörös rendszerek között ilyen Orion-trapéz típus megkülönböztetése igen hasznosnak bizonyul, ha a csillagtársulásokat és a csillaghalmazokat vizsgáljuk. Behizonyosodott, hogy az O-társulásokban nagy számban fordulnak elő ilyen rendszerek.

A Cygnus csillagképben található társulásnak a vizsgálata — ehhez a társuláshoz tartozik maga a P Cygni is — megmutatta, hogy ebben a társulásban öt mag létezik, mindmégannyi nyílt halmaz. Közülük legalább négy tartalmaz Orion-trapéz típusú többszörös rendszereket. Ezenkívül ebben a társulásban előfordulnak izolált Orion-trapéz típusú rendszerek is, ezek nem tartoznak halmazhoz. Érdekes, hogy ezekben a rendszerekben a főcsillag vagy O-típusú, vagy a B0-típushoz tartozik. Más társulásokban is vannak Orion-trapéz típusú rendszerek. Ezeknek a rendszereknek lineális dimenziói tízszer asztro-nómiai egység nagyságrendűek.

Megbecsülhetjük azt az időtartamot, ami alatt egy ilyen trapéz típusú rendszer felbomlik. Ez nagyságrendben 3 millió év, ha a rendszer összenergiája negatív, és egymillió év, vagy annál is kevesebb, ha az összenergia pozitív. Mindkét esetben ezek az Orion-trapéz típusú rendszerek a legfiatalabb objektumok a társulásokban. Létezésük teljes mértékben megerősíti elképzelésünket a csillagtársulások fontosságáról. De létezésükből még más is következik, és pedig az, hogy a társuláson belül a csillagok nem mind egyszerre képződnek, hanem egyes csoportokban: csillaghalmazokban, Orion-trapéz típusú rendszerekben. Ha valamelyik társulásban nagyobb számú Orion-trapéz típusú rendszer figyelhető meg, ez azt mutatja, hogy a csillagok keletkezésének folyamata a társulásban még most is tart, vagy csak éppen hogy megszűnt. Példaképpen megemlíthetjük, hogy a P Cygni körüli társulásban a folyamat még nem szűnt meg. Ez azonban azt jelenti, hogy ebben a társulásban még létezniök kell azoknak a testeknek, amelyekből az ilyen csillagcsoportok keletkeznek. Ezeket a testeket neveztük proto-csillagoknak.

Markarján csillagász kollégánk állapította meg azt, hogy azon nyílt halmazok többsége, amelyek O-társulások magját képezik, Orion-trapéz típusú rendszerekkel rendelkezik, továbbá ez, utóbbiak feltűnő jól megkülönböztethető részét jelentik az ilyen halmazok szerkezetének. Azokban az esetekben pedig, amikor a csillaghalmaz, amely az O-társulás magját képezi, nem tartalmaz Orion-trapéz rendszereket, mutatkozik benne csillagoknak egy világosan elkülöníthető láncolata.

Ilyen típusú csillaghalmazokra a legjobb példa az NGC 7510 jelzésű halmaz, ez a Cassiopeia csillagkép második számú társulása-

nak magja. Ennek a halmaznak a legfényesebb csillagai két párhuzamosan futó láncot alkotnak.

Az 1949-es esztendőben a bjurakani obszervatórium Schmidt-távcsövével felvételeket készítettek olyan nyílt halmazokról, amelyek csillagtársulásokhoz tartoznak, mint azok magjai. Ezeket a felvételeket Markarján feldolgozta és a következő fontos eredményt kapta: minden csillaghalmaz, amelyben a legfényesebb csillagok között találunk Orion-trapéz típusú rendszereket, vagy ilyen láncokat, egy társulásnak a magja.

Ezenkívül Markarján a következő szabályt is felállította: Ha egy nyílt halmaz O-, vagy B0-típusú csillagokat tartalmaz, akkor ez a halmaz társulás magja. A csillagtársulások vizsgálata lehetővé tette Markarjánnak, hogy néhány fontos következtetést vonhasson le a nyílt halmazok fejlődéséről. Ezekről az eredményekről azonban, a rendelkezésre álló idő rövidsége miatt, nem beszéltek.

A következő kérdést is meg kell még lárgyalni: vannak-e a Tejútrendszerben társulások, amelyeknek magja olyan csillaghalmaz, ahol a legfényesebb csillagok a B5-A színkép típusúhoz tartoznak, (A-társulások)? Úgy látszik, hogy ilyen társulások léteznek. Ezeket felfedezni azonban nehéz dolog, mert azon csillagok száma, amelyek késői B, ill. A színképtípusúak, nagyon nagy és ezek a társulások nem különülnek el eléggé élesen. Van mégis két eset, amikor e csillagoknak a csoportosulása kétségtelen, mégpedig olyan halmaz körül, amelyik az említett típusúhoz tartozik. Itt tehát A-társulásról van szó. Ilyen az M11 csillagtársulás a Scutumban.

Ezen a módon megerősítést nyer az az általunk 1947-ben kifejezett vélemény, hogy a Tejútrendszerben keletkező csillagok a Russell-diagrammba a fősorozat különböző pontjain lépnek be. Ezt a megállapítást nemcsak a O, A és T-társulások léte támasztja alá, hanem az a fontos körülmény is, hogy néhány Orion-trapéz típusú rendszerben vannak komponensek, amelyek több nagyságrenddel halványabbak, mint a főcsillag, következésképpen bizonyos, hogy egy másik típusúhoz tartoznak.

Befejezésül még egy fontos kérdésre kell felelnünk: Milyen természetűek azok a testek, amelyekből a csillagok keletkeznek, milyenek az ú. n. proto-csillagok? Az imént annak a sejtésnek adtunk kifejezést, hogy a Cygnus-beli társulás, éppen úgy, mint a Cassiopeia második társulása, olyan csillagesoportokat tartalmaz, amelyek közvetlenül keletkezésük után vannak. Ez a sejtés adja az alapot annak feltételezésére, hogy ezekben a társulásokban még vannak proto-csillagok, amelyek tehát még nem fejlődtek át csillagesoportokká. Ha felfedeznénk őket, az egész tárgyalási kérdés gyorsan előrejutna a megoldás felé.

Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy a Cassiopeia második társulásának és a Cygnus-társulásnak a területén fekszenek az úgy-

nevezett rádiócsillagok. Ezek rövidhullámú (rádiófrekvenciás) elektromágneses sugárzásnak gyakorlatilag pontszerű forrásai. Nehéz feltételezni, hogy ez a sugárzás elsődleges effektus lenne. Inkább egymásodlagos folyamat ez, az ilyen sugárzás gyorsan mozgó töltött részecskékből indulhat ki. Ezeket olyan testek bocsáthatják ki, melyeknek állapota jelentékenyen különbözik a közönséges csillagok állapotától. Talán éppen ezek a testek a proto-csillagok? Mindezekre a kérdésekre további vizsgálatok fogják majd a feleletet megadni.

Nem szívesen tenném, hogy itt olyan területre lépjek, ahol aránylag kevés tény áll rendelkezésünkre és ahol a sejtések világa kezdődik. A lényeges az, hogy a csillagtársulások vizsgálata új tények gazdag sorozatának felfedezéséhez vezetett, ezek a legszorosabb kapcsolatban állnak a csillagok keletkezésének és fejlődésének problémájával.

A Szovjetunióban most épülő vagy újjáépülő obszervatóriumok egyre bővülő munkája feltétlenül ezeknek a tényeknek gyarapításához fog vezetni.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a kapitalista nyugat csillagászai gyakran reménytelen helyzetben vannak, ha megkísérlik az asztrofizika eredményeit a kozmogónia szempontjából megtárgyalni. Nincs kétség afelől, hogy a haladó tudomány, kiindulva a dialektikus materializmus filozófiai alapjáról, a nagy Sztálin génuszától lelkesítve el fogja háritani a nehézségeket a kozmogóniai vizsgálatok útjából és föl fogja fedezni az alapvető törvényszerűségeket, amelyek a csillagok keletkezésénél és fejlődésük során érvényesülnek.

V. A. Ambarcumján

A kozmikus sugarak eredete*

Földünket szakadatlanul óriási energiájú részecskék bombázzák: az úgynevezett kozmikus sugarak. Ez a tény már régóta ismeretes, de a legutóbbi időkig rejtélyes maradt. Az utóbbi években a kozmikus sugarak tanulmányozása rendkívül sikeresen folyt és manapság már, különösen szovjet fizikusok munkájának eredményeképpen arra a kérdésre, hogy mi is ezeknek a részecskéknek a lényege és honnan erednek, jelentős mértékben fény derült.

1. *Milyen részecskék áramlatából állanak a kozmikus sugarak?* Ma már válaszolni tudunk erre a kérdésre. A D. V. Szkojbelcin akadémikus iskolájához tartozó szovjet fizikusoknak, Sz. N. Vernov és N. A. Dcbrotin vezetése alatt álló két kollektívája kísérleti kutatásokkal határozottan megállapította, hogy azok az eredeti kozmikus részek, amelyek a világrűrből a Földre érkeznek, alapjában véve óriási energiájú protonok. (3)

Átlagosan számítva a földfelület minden négyzetcentiméterére percenként egy kozmikus részecske hull. Azonban a kozmikus sugárzás intenzitása távrolról sem oly csekély: egyenlő például a csillagfény intenzitásával. Ezt a kozmikus részecskék óriási energiája magyarázza meg. Hogy elképzeljük magunknak ennek az energiának a nagyságát, elég rámutatni arra, hogy a mostani nagyteljesítőképességű accelerátor-telepeken sikerült elektromos részecskéket $4 \cdot 10^8$ elektron-volt energiára felfokozni, akkor, amikor a kozmikus sugarakban olyan részecskék is vannak, amelyeknek energiája több tízmilliárdszor nagyobb. A kozmikus részecskék legtöbbször olyan nagy az energiája, hogy 10^{10} elektron-volt szintjén mozog. De van a részecskéknek nagyobb energiájú mennyisége is, amely fokozatosan 10^{18} elektron-voltnyi óriási energiáig növekedő energiával esik le. Ha eltekintünk a Föld és a Nap mágneses pólusainak eltérítő hatásától, úgy a kísérletekből az következik, hogy a kozmikus sugarak minden irányból egyenlő intenzitással, vagyis izotropikusan érkeznek a Földre.

A Föld légkörébe hullva, az eredeti kozmikus részecskék a levegő atomjaival való összeütközéskor új részecskék valóságos záporát in-

* Fordítás a Priroda 1951. évi áprilisi számából.

dítják útnak. Ilymódon mi, a légkör alsóbb rétegeiben tulajdonképpen nemcsak az eredeti kozmikus sugarakat figyeljük meg, hanem földi eredetű részecskéket is.

Nekünk itt most nincs lehetőségünk arra, hogy azokról a jelenségekről beszéljünk, amelyek a kozmikus sugaraknak a légkörön való átfutását kísérik. Mi csupán arra akarunk rámutatni, hogy a szovjet fizikusoknak új fajta záporokra — a kozmikus sugaraknak a sztratoszférán való áthaladását kísérő elektron-mag záporokra (3) vonatkozó felfedezései és egyéb általuk végzett kísérletek lehetővé tették, hogy Johnson amerikai fizikus valótlán kísérleti adatait megcáfoljuk. Ez utóbbiak ugyanis ellentmondottak M. Schein elméletének, amely a kozmikus sugarak eredeti komponenseit proton-jellegűnek veszi. Az említett szovjet munkák megállapították, hogy az elektronok, amelyeket a légkör alsóbb szféráiban észlelünk, földi eredetűek és bebizonyították, hogy az eredeti komponensek állagából az elektronok gyakorlatilag hiányoznak.

2. *Honnan jönnek a kozmikus sugarak?* Negyven éven keresztül ennek a kérdésnek a tanulmányozása rengeteg különféle feltevést vetett felszínre a kozmikus sugarak származására nézve, közöttük teljességgel valószínűtlenekeket is. Ezt a helyzetet az idézte elő, hogy senki nem figyelt meg sohasem olyan folyamatokat, amelyek különálló egyes részecskéknél, azokat a hatalmas energiamennyiségeket kölcsönözték volna, amiket mi a kozmikus sugaraknál észlelünk. Erre a kérdésre csak mostanában derült fény, főképpen J. P. Terlecki szovjet fizikus professzor elméleti munkája következtében.(4)

Azokat a hipotéziseket, amelyek abból a célból vetődtek fel, hogy megmagyarázzák a kozmikus sugarak eredetét, több csoportra lehet felosztani.

A kozmikus sugarak keletkezéséről szóló feltevések első csoportja abból az álláspontból indul ki, hogy a kozmikus sugarak az anyag valamely csillagképződés előtti állapotának maradványai. Ezzel kapcsolatban az volt a vélemény, hogy valaha a világ olyan állapotban volt, amelyben a világmindenség valamennyi általunk ismert anyagrésze csekély térfogatban összpontosult és emellett óriási sűrűséggel bírt: cca 10 millió tonna 1 köbcentiméterre. Beismerve tenegetlenségüket, hogy a világmindenség ma ismert körülményeinek megfelelően megmagyarázzák a kozmikus sugarak eredetét, az ehhez hasonló hipotézisek hívei lehetők tartották, hogy ilyen óriási sűrűség mellett valami módon képződhetnek a kozmikus részecskék. Világos, hogy ebben az esetben nem kapjuk meg a kérdés megoldását, hanem csupán annak áttérelését egy másik, még kevésbé ismert területre. Hogy mennyire ismeretlen ez a terület, az már csak abból is nyilvánvaló, hogy az általános relativitási elmélet — amelynek alapján a világmindenség feltételezett csillagképződésselőtti állapotáról

szóló következtetést levonják — azt is kimondja, hogy ez a csillagképződés előtti állapot nem olyan nagyon rég, nem több mint két-milliárd évvel ezelőtt létezett. De a geológiából tudjuk, hogy ebben az időben már meg volt a Föld és következképpen semmiféle csillagképződésselőtti állapotról szó sem lehet.

Van azonban még konkrétobb cáfolata is az ilyenfajta feltevéseknek. Ez pl. abból áll, hogy a csillagok közötti tér tele van anyaggal (melynek sűrűsége igen csekély: például 1 részecske esik 1 köbcentiméterre), úgy hogy a kozmikus sugár-részecske, igen nagy kezdő-energiáját, a csillagok közötti anyagok atomjaival való összeütközések eredményeképpen, félszázmillió éves időn túl el kell, hogy veszítse. Következésképpen a csillagképződésselőtti állapotban keletkezett gyorsan haladó részecskének már régen el kellett volna veszteniök összes energiájukat.

A hipotézisek második csoportjához soroljuk azokat a feltevéseket, amelyek a kozmikus sugarak megmagyarázására az elemi részecskék annihilációjának folyamatát használják fel. Az atommag fizikából valóban ismeretes, hogy két részecske annihilációjából, vagyis megsemmisüléséből két másik részecske születik. Minthogy azonban ilyen esetben kisebb nyugalmi tömegű részecskék keletkezhetnek, a tömeg (illetve energia) megmaradásának törvénye alapján a keletkező új részecskéknak jelentékeny kinetikai energiája lehet. (A relativitás elmélete szerint a test, amelynek E kinetikai energiája van, még egy $m = E/c^2$ kiegészítő energiatömeget kap). Azonban a számítások azt mutatják, hogy még két nehéz részecske — nuklonok — megsemmisítésének folyamatánál is csupán egy milliárd elektron-volt (10^9 eV) kinetikai energiájú kozmikus részecskéket kaphatunk. Így tehát ahhoz, hogy 10^{18} elektron-volt energiájú kozmikus részecskék keletkezhessenek, szükséges, hogy egyetlen aktussal két milliárd nuklont semmisítsünk meg, vagyis egy egész anyagdarabocskát. De még két nuklon megsemmisítésének folyamatát sem figyelték meg soha kísérletileg és az elemi részecskék elmélete szempontjából nem is nyert beigazolást. Egész anyagdarabocskák megsemmisítéséről a jelenkori fizika szempontjából tehát még beszélni sem lehet.

Figyelembe kell még azt is venni, hogy a kozmikus részecskék nem keletkezhetnek valahol a csillagok bensejében, igen magas hőmérsékleti és nyomási viszonyok kevésbé kikutatott viszonyai között, mert hiszen a gyorsan mozgó kozmikus részecskék nem tudnak energia-vesztés nélkül a csillagok felsőbb atmoszférikus rétegén áthaladni. Következésképpen egész határozottsággal kimondhatjuk, hogy teljes anyagdarabocskák annihilációja lehetetlenség.

Ezzel kapcsolatban Klein és Arley egy hipotétikus ellenvilágról szóló elméletet állítottak fel, amelyben az elemek atommagjainak elektromos töltése negatív és az atommagok körül pozitív töltésű

elektronok keringenek. Az ő véleményük szerint valahol a két világ határszélén következik be a mi világunk anyagdarabocskáinak és az ellenvilág anyagának megsemmisülése, miközben egyidejűleg két gyorsanmozgó kozmikus részecske képződik. Mint látjuk az ilyen fajta hipotézisekre speciálisan az erre a célra kiagyalt jelenségek, mint „ellenvilág” vagy egész anyagdarabocskák megsemmisülése számára van szükség.

Így tehát a hipotézisek első két csoportjában azok a feltevések állanak, amelyek az egyik jelenséget — a kozmikus sugarakat — nem kevésbé érthetetlen másik jelenségekkel akarják „megmagyarázni”.

Az elméletek harmadik csoportjába teljesen más típusú hipotézisek tartoznak. Ezeknek nincsen szüksége természetellenes kiegészítő feltevésekre, nincsen szükségük világkatasztrófákra, bárha ezek nagyon is belegyökereztek a korunkbeli burzsoa idealista fizikusok lelkébe. A hipotéziseknek ez a csoportja — az ú. n. gyorsítási hipotéziseké — arra a tényre támaszkodik, hogy a világmindenségben elektromos mezők vannak és úgy vélik, hogy azok az elektromos töltésű részecskék, amelyeket a kozmikus sugarakban észlelünk, valahol a világmindenségben lévő elektromos mezők hatására gyorsulnak meg. Habár a kozmikus elektromos mezők rendszerint gyengék, mégis rendkívül nagy távolságokra terjednek ki és a számítások tanúsága szerint képesek arra, hogy nagy gyorsasági energiát adjanak a részecskéeknek.

Mint ismeretes az elektromos mezők feszültségek (potenciálisak) vagy örvénylők szoktak lenni. A potenciális elektromos mezőknek megvan az a tulajdonsága, hogy az ilyen mezőben zárt röppályát leírt részecskék energiája visszatér eredeti magasságára. Ahhoz, hogy a kozmikus részek, amelyek a potenciális elektromos mezőkben gyorsan mozognak, nagy energiával eshessenek le a Földre, szükséges, hogy létezzenek a világmindenségnek olyan részei, amelyeknek a Földhöz viszonyítva óriási 10^{10} Volt, vagy még magasabb feszültsége legyen. Nekünk azonban nincs meg a kísérletekkel bizonyított alapunk arra, hogy ilyen terek létezését feltételezzük. Elméletileg ugyan fel lehet tételezni azt, hogy a forgó mágneses csillagoknál jelentékeny elektromos töltés fordul elő, mint ezt J. P. Terlecki és tanítványai 1949-ben tisztázták. A csillag töltésének elektromos mezeje, a csillag egypólusú indukciójának elektromos mezejével (l. lejjebb 10—11 oldalon) összevetődve, a csillag egyenlítői vidékeinek magas potenciált biztosít a világűrhez viszonyítva, azaz a Földhöz viszonyítva is.

Azonban az a feltevés, hogy a világmindenségnek — a csillagok közötti távolságokkal összehasonlítva — nagy területi zónái volnának, amelyeknek a Földhöz viszonyítva magas potenciálja van, nem bírja ki a kritikát. Valóban, ez esetben az ilyen zónák a Földhöz viszo-

nyitva nem feküdnének szimmetrikusan és a kozmikus sugarak főleg egy tetszés szerinti irányból jönnek a földre, ami ellentmond a kísérletekkel bizonyított tényeknek. Olyan feltételezés, hogy ezek a zónák szimmetrikusan vannak elhelyezve, hogy a Föld egy kivételes égitest, amelyen izotropikusan érkező kozmikus sugarak megfigyelhetők, nehezen elégíthet ki bárkit is. Érthető tehát, hogy a potenciális elektromos mezők szerepe a kozmikus sugarak előidézésében igen jelentéktelen.

Az örvényes elektromos mezőknek ellenben meg van az a tulajdonsága, hogy a töltet, miközben zárt röppályát ír le egy ilyen mezőben, energiát vehet fel. Ennélfogva arra az esetre nézve, ha ilyen elektromos mezőben gyorsul meg az elektromos töltésű részecske, semmiféle szükség sincs arra, hogy a világnak a Földhöz viszonyítva óriási feszültségű részei legyenek. Azt az energiát, amelyet ilyen elektromos mezőkben a részecskék megszerezhetnek, semmiesem korlátozza és ezért elméletileg ezek az energiák bármily erősséget elérhetnek. Ezenkívül az örvényes mezők a világmindenségben igen ki-, illetve elterjedtek, mert elektromágneses indukciók folytán mindenütt keletkezhetnek, ahol csak váltakozó mágneses pólusok vannak.

3. Azt az elméletet, hogy a kozmikus sugarak olyan elektromos töltésű részecskék, amelyek a csillagok közötti térben lévő örvényes elektromos mezőktől kapják gyors mozgásukat, Terlecki fejtette ki 1945-ben(4). Az ezt követő kísérleti és elméleti kutatások teljesen igazolták ezt a szemléletet. Itt először is Babcock felfedezéseit kell megemlíteni 1947-ből, a mágneses csillagokkal kapcsolatban, amelyek — mint Terlecki kimutatta — a körülöttük levő térben örvényes elektromos mezőket hozhatnak létre. Később, 1948-ban a kozmikus sugarak eredeti összetevőinek állagában ionokat találtak. Eredetileg az ionok jelenlétét teoretikusan előre megmondta Terlecki, azon az alapon, hogy ha az elektromos mezők gyors mozgásba hozzák az elektromos töltésű részecskéket, úgy ezek között ionok is lehetnek.

Ez az utóbbi felfedezés nemcsak ragyogó igazolása a „gyorsítási“ elméletnek, hanem sikeres cáfolata az „annihilációs“ hipotézisnek is. Tényleg, még ha megengedjük is egész anyagdarabocskák megsemmisülésének lehetőségét, — teljesen megmagyarázatlan marad az a tény, hogyan adják át kiváltódó energiájukat az egész atommagnak, anélkül, hogy ez nuklonokra bomlana szét.¹

¹ Annál kevésbbé célravezető Millikan hipotézisének a szovjet sajtó hasábjain való népszerűsítése. Millikan a kozmikus sugarak felfedezésének percétől kezdve még a mai napig is számos változatát adta az annihilációs elméletnek. Legutolsó változata (Priroda, 1950 6. sz. 57. old.), amelyben feltételezi, hogy a kozmikus sugarak az elemek atommagjainak megsemmisülési folyamatában keletkeznek, semmiféle érdekeset nem jelent.

Különböző szerzők részéről számos utalás történt és történik arra, hogy a kozmikus térben különféle típusú elektromágneses mezők létezhetnek. Azonban az ilyen mezők létezésére való utalás egymagában még nem elégséges ahhoz, hogy megmagyarázza a kozmikus sugarak eredetét. Azt is kell elemezni, hogy az elektromos részecskék milyen röppályákat futhatnak be ezeken a mezőkön és be kell bizonyítani, hogy a gyorsan mozgó részecskék valóban képesek-e arra, hogy elhagyják az elektromos mezők hatási szféráját és eljussanak a Földre. Az elektromos mezők a kozmikus térben rendszerint a változó mágneses pólussal egyidejűleg vannak jelen és az utóbbi hozza létre őket elektromágneses indukció árán. A részecskék röppályái pedig — az elektromos és mágneses mezők egyidejű hatására — igen bonyolultak és pontosan nem igen számíthatók ki.

Az elektromos töltésű részecskék elektromágneses kozmikus mezőkön való röppályájának megközelítő analízisét 1946-ban végezte el Terlecki. Megmutatkozott, hogy a rendszerint előforduló, a mágneses mezőkhöz képest gyenge elektromos mezők estében, az elektromos részecskék változó léptékű és sugarú csavarmenetben mozognak, a mágneses erővonalak körül csavarodva. A részecskék meggyorsulása az elektromos mező azon összetevője által történik, amely a mágneses erővonal hosszában hat. Gyengébb mágneses mezőkbe jutva a részecskék mindnagyobb sugarú csavarmenetben kezdenek mozogni, mindaddig, amíg a csavaralakú mozgás ingadozóvá nem válik és a részecskék el nem hagyják a mező hatási szféráját. A nehezebb részecskéknél a csavarmenet sugara nagyobb és ezért ezek könnyebben hagyják el az elektromos mezőt és repülnek ki a térbe.

A röppályák analízisének eredménye szigorú elméleti alapot teremtett a gyorsítási hipotézisnek különböző szerzők által taglalt válfajai számára. Nyilvánvaló, hogy ezeknek a különbözősége csak annyiban állhat fenn, amennyiben a kozmikus elektromos mezők keletkezésének több módja lehetséges. Mi most megtárgyaljuk ezeket a válfajokat, amelyeknek mindegyike egy meghatározott fajtájú kozmikus indukciós gyorsító közeget állapít meg, hogy megmagyarázza a kozmikus sugarak eredetét.

4. Mint ismeretes, a Napnak és a Földnek van mágnessége, s emellett mágneses sarkaik nem esnek egybe földrajzi pólusaikkal. Természetes fellételeznünk, hogy a többi csillagoknak is van mágnessége. Az utóbbit, mint fentebb említettük, kísérletileg Babcock igazolta. A mágneses csillag forgása közben a körülötte levő térben változó mágneses mező keletkezik. Az elektromágneses indukció törvényének megfelelően, a változó mágneses mező elektromos mezőt indukál. Az adott esetben az elektromos mező két részből áll: egy potenciális mezőből, amely a csillag mágneses nyomatékának attól a forgási összetevőjétől függ, amely a csillag forgási tengelyének hosszában hat (ez

az úgynevezett egypólusú indukció, amelyről Alfven tesz említést, bár sem ő, sem a többi szerző nem elemezte a röppályákat) — és egy indukált örvényes mezőből (amit Terlecki mutatott ki), amit a mágneses mezőnek az a forgási összetevője határoz meg, amely merőleges a csillag forgási tengelyére.

A csillag atmoszférájában mindig akadnak elektromos töltésű részecskék: ionok, protonok, elektronok. Belekerülve a csillag elektromos és mágneses mezőibe, gyors mozgásnak indulnak, a mágneses erővonalak mentén mozognak körülbelül és abban a pontban esnek le újra a csillag felületére, amely viszonylag szimmetrikusan fekszik a mágneses egyenlítő túloldalán. Azonban a részecskék egy bizonyos mennyisége menetközben gyengébb mágneses mezőbe jutván, egy kissé elhajló röppályán kezd továbbmozogni és kifut a térbe. Ily módon szakadatlanul jutnak ki a világűrbe 10^8 — 10^{14} elektron-volt energiájú részecskék.

Az örvényes mezőknek még más jelentőségük is van. Ha a gyorsan mozgó részecske tovaszánguld, túl a csillagon, amelynek örvényes mezeje van, úgy a csillag indukciós örvényes mezejéből növelheti saját energiáját.

A kozmikus elektromos mezők további eredetként szolgálhatnak a nap- és csillagfoltok is (erre a körülményre már 1933-ban Swann rámutatott). Tényleg, mint ismeretes a napfoltoknak jelentékeny mágneses mezői vannak. A foltok keletkezésének vagy megszűnésének percében a mágneses mezők átváltoznak, vagyis örvényes elektromos mezők indukálódnak. Amennyiben a folt (vagy folt-pár) elektromos mezeje merőleges annak mágneses mezejére, úgy az elektromos mezőnek nincsen a mágneses mező irányával párhuzamosan együttthatója. Ezért az volna az első vélemény, hogy a töltések nem indulhatnak gyors mozgásnak. Azonban, amint Terlecki kimutatta, a folt keletkezésének percében a mágneses mezőt alapjában véve a csillag teljes mágneses mezeje fogja meghatározni és ugyanakkor a folt elektromos mezeje maximális lesz. Következésképpen ebben az időpontban a csillag mágneses mezője nem lesz merőleges a folt elektromos mezejére és a részecskék gyors mozgásnak fognak indulni. De a részecskék nagyrésze elszakadva a csillag felszínétől és a mágneses erővonalak mentén mozogva, újra le fog esni a csillag felületére, kivéve azt a bizonyos mennyiséget, amely a csillag mágneses pólusainak közelében kiszakad a csillag atmoszférájából. Ez utóbbi esetben ellenben a gyorsan mozgó részecskék nagyrésze örökre elhagyja a csillagot.

Az elvégzett analízis többek között megengedi azt a feltevést is, hogy a mágneses viharokat és a sarki-fény jelenségeket a kozmikus részecskék azon áradatai határozzák meg, illetve idézik elő, amelyek a napfoltok által keletkeznek, az utóbbiak megjelenésekor.

Az utolsó évek csillagászati kutatásai (Babcock) kimutatták, hogy a világmindenségben vannak váltakozó mágneses nyomatékú csillagok. Így a BD—18 3789 csillag mágneses mezője periódikusan változik + 7800-tól — 6500 gaussig, 9.3 napos periódussal. Itt a váltakozó mágneses mező szintén örvényes elektromos mezőt gerjeszt. Ugyanúgy, mint a csillagfoltok mezőinek esetében, az elektromos mezők itt is merőlegesek a mágneses mezőre és ezért a részecskék átmágneseződésük időszakára legnagyobb része alatt nem fognak gyors mozgásnak indulni. Azonban a mágneses mező (periódikus) távollétében a részecskék megkezdhetik gyors mozgásukat, és némileg elhajló röppályán futhatnak. Minthogy pedig éppen ekkor éri el az örvényes elektromos mező saját maximumát, a gerjesztett részecskék energiája jelentékenyül fokozódhatik (az említett csillagnál 7.10^{12} eV körül), és a mágneses mező gyengesége lehetővé fogja tenni, hogy a részecskék nagy mennyiségben „szállhassanak ki” a világűrbe. Ilyképpen, mint Terlecki kimutatta, a váltakozó mágneses nyomatékú csillagok hatalmas forrásaiként szolgálhatnak a kozmikus sugáraknak.

5. Vannak még egyéb típusai azoknak a forrásoknak, amelyek gyors mozgást idéznek elő. Így például kettős mágneses csillag közelében fekvő elektromos mező. Alfven feltételezte, hogy a részecskéknek olyan kivételes trochoidális röppályája van, hogy a részecskék, miközben az egyik csillag körül keringenek, mindig gyorsító mozgást kapnak a másik csillag elektromos mezejétől. Azonban — sajnos — nevezett nem elemezte ki „égi ciklontrónja” részecskéinek röppályáit.

A kozmikus részecskék érdekes meggyorsítási lehetőségére mutatott rá Fermi 1949-ben (2). Olyan örvényes elektromos mezőket fedezett fel a csillagok közötti térben, amelyek nem voltak kapcsolatban a csillagokkal. A dolog lényege az, hogy a csillagok közötti anyag nincs egyenletesen elosztva. Mintegy 30 fényévi kiterjedésű „felhők”-ben van koncentrálna. Ezek a felhők alapjában véve hidrogén ionokból állanak, amelyek sűrűsége 10 részecske 1 köbcentiméterre (a felhőkön kívüli sűrűség: 1 részecske 10 köbcentiméterre). Ezek a felhők a csillagok közötti térben kb. másodpercenkénti 15 km középsebességgel bolyongnak. Ez a mozgás áramokat idéz elő a ritkább környezetben. A csillagok közötti anyagban levő váltakozó áramok mágneses mezőkön kívül, gyenge örvényes elektromos mezőket is teremthetnek. Az ilyen örvényes mező gyors mozgást kölcsönözhet az elektromos töltésű részecskéknek.

Hogy világosabbá váljék előttünk a gyorsítás mechanizmusa, megjegyezzük a következőket: amikor az elektromos töltésű részecske beleütközik a csillagközi anyag felhőjébe, vagyis erősebb mágneses mezőbe jut bele, eleinte magában a felhő belsejében nyomul előre, a mágneses erővonal körül csavarodó csavarmenetben mozogván; azután

sok forgást végezvén, visszatér ugyanazon mágneses vonalak mentén hátra, vagyis ellökődik a felhőtől. Eképpen az elektromos töltésű kozmikus részeckek és a csillagközi anyag felhőinek kölcsönhatása analog egy könnyű gáz molekulájának viselkedésével, egy nehéz gázon át való diffúziónál. Egy ilyen diffúzió folyamata alatt, mint ismeretes, a molekulák energiáinak fokozatosan ki kell egyenlítődniök.

A mi esetünkben az egyes elektromos töltésű részecskék energiájának fokozatosan meg kell közelítenie az egyes felhők energiáját, vagyis gyakorlatilag korlátlanul növekednie kell.

Azonban ez a folyamat eléggé lassan megy. Azt is figyelembe kell venni, hogy az elektromos töltésű részecskék egyidejűleg a csillagközi anyag atomjaival való összeütközésnél az ionizálással energiát veszítenek. Ezért, amint a számítás mutatja, ily módon gyorsulni csak olyan részecskék képesek, amelyeknek már megvan az elégséges energiája: protonok 200 millió eV-től kezdve, vas atom-magok 300 milliárd eV-től kezdve. Fermi teóriája azonban nem képes ilyen nagy energiájú ionok forrásait megadni. Azt is meg kell jegyezni, hogy ez az egész teoria nem határozott kísérleti tényeken, hanem csupán elméleti lehetőségeken alapul. Így kétség áll fenn arra nézve, hogy egyáltalában létezik-e kellő mennyiségű sziget a csillagok közti anyagban, nem is szólva a kozmikus térben levő „befagyott” áramokról, amelyeket még soha senki meg nem figyelt. Eképpen az említett elmélet teljes, mennyiségekkel kapcsolatos része kételyt támaszt. Mindamellett maga a folyamat mechanizmusa — amelyre rámulat — feltétlenül határozott szerepet játszik a kozmikus részek gyorsmozgásával kapcsolatban.

6. A kozmikus részecskék energiát szereznek, meggyorsulván a csillagok közötti tér elektromos mezőiben. Az energia megmaradásának törvénye alapján, következőképpen megfigyelhető kellene, hogy legyen maguknak a kozmikus sugarak gerjesztőinek energia vesztesége. A forgó mágneses csillagok forgásának fokozatosan le kellene lassudnia, mert a kozmikus részecskék ezek forgásának mechanikai energiájából merítik saját energiájukat. Ita úgy vesszük, hogy a csillagok a kozmikus sugarak forrásai, akkor fel kell tételezni, hogy energiájuknak egy tizedred része nem fény, hanem kozmikus sugarak alakjában sugárzik ki. Kevésbé valószínűnek tartván ezt, sok szerző (Alfvén, Richtmeier és Teller) arra a következtetésre jut, hogy azok a kozmikus részecskék, amelyeket a Földön figyelünk meg, a Napból erednek. Feltételezik, hogy van a naprendszer határain belül több olyan pótlólagos mágneses mező, amelyet nem a Nap mágneses momentumá határoz meg. Ehhez képest, véleményünk szerint a kozmikus részecskék, amelyeket a Nap lövell ki, óriási időközökön át vándorolnak a naprendszer határai között, amelyet mágneses gal vesz körül. A naprendszer így kozmikus részecskékkel telítődik meg. Az

utóbbi körülmény az ő véleményük szerint azt is megmagyarázza, hogy miért oly nagy a Földön megfigyelhető kozmikus sugarak intenzitása.

Ez a hipotézis azon a nem igazolható feltételezésen alapszik, hogy léteznek pótlólagos mágneses mezők és nem bírja el a kritikát a kozmikus sugaraknak az elektromágneses mezőkön való mozgási teóriájának szempontjából, hacsak fel nem tételezünk valamilyen teljesen kivételes fajtájú pótlólagos mágneses mezőt, amint ezt Alfven teszi. De ez az elmélet nyilvánvalóan ellentmond annak a ténynek is, hogy a kozmikus sugarak intenzitása független a Nap helyzetétől.

Az ellen a hipotézis ellen, hogy a kozmikus sugarak nem a Naptól erednek. ellenvetéssel szoktak élni azzal kapcsolatban, hogy az eredeti sugárkomponensnek intenzitása igen nagy. De ez az ellenvetés nem veendő túl komolyan. Elég, ha figyelembe vesszük, hogy a csillagok foltképződésének és a változó mágneses nyomatékú csillagok működésének energiaforrásai nem valami mechanikus energiaforrások, hanem a csillagokban lefolyó atom-magreakciók. Az ilyen fajta energiaforrások elég intenzitást biztosíthatnak az eredeti komponenseknek mindenütt a csillagok közötti térben. Minden esetre joggal állíthatjuk, hogy a kozmikus sugarak eredeti komponenseinek (nagy energiával bíró részecskék) fő- és legállandóbb kemény része a naprendszeren kívül zónákból érkezik. Maga a Nap is nyilván kozmikus gerjesztője a gyorsmozgásnak, de az eredeti komponenseknek csupán lágy részét fejleszti, amelyeknek energiája milliárd elektronvolt alatt van. Természetes, hogy a Nap ebben nagy szerepet játszik, tekintve Földünkhöz való közelségét.

7. Az elmondottak alapján kirajzólódik a kozmikus sugarak keletkezésének teljes képe, úgy, ahogy azt Terlecki megszerkesztette.¹ A forgó mágneses csillagok, az intenzív foltképződést mutató csillagok, a változó mágneses momentumú csillagok 10^{10} eV és ennél is magasabb rendű energiával gyors mozgásnak indítják az atmoszféráik felső rétegeiben lévő elektromos részecskéket. Ez megadja a magyarázatát annak a kísérleti ténynek, hogy a kozmikus sugarakban az iontartalom százalékaránya nagy, az elemeknek a természetben való elterjedtségéhez viszonyítva. A protonok domináló szerepe a kozmikus sugárzás eredeti komponenseiben abban leli magyarázatát, hogy a hidrogén a legelterjedtebb elem. Érthetővé válik továbbá, hogy az elektronok gyakorlatban azért hiányoznak az eredeti komponensekből, mert — azzal az általános képpel megegyezően, amelyet a részecskéknél az elektromos mezőkön való mozgásáról kaptunk — a könnyű

¹ Az indukciós gyorsítók és a kozmikus sugarak eredetére vonatkozó elméletét tartalmazó művéért J. P. Terlecki professzornak 1950-ben a Sztlálin-díj második fokozatát ítéltek meg.

részecskék nehezen jutnak ki az elektromágneses mezők szférájából. Ezenkívül az elektronok gyorsan veszítik el energiájukat, amikor a kozmikus térben protonokkal ütköznek össze, ami még jobban csökkenti közöttük azoknak a számát, amelyeknek elég energiája van, hogy a Föld mágneses pólusának védőrétegét átüssék.

A kozmikus részecskék gyors mozgásba lendülését, továbbá a csillagok közötti anyag felhői is előidézik. Bár ilyen felhők nincsenek is oly nagy számmal a világmindenségben, mint ahogy Fermi feltételezi, és így a kozmikus részecskéknek nincs elég gyakori alkalmuk arra, hogy lényeges gyorsulásra tegyenek szert a felhőkkel való összeütközésekkel, mégis mindenesetre fennáll, hogy röppályájuk el fog görbülni és a részecskék izotropikusan kezdenek mozogni. A nagyobb energiájú részecskék útja kevésbé fog elgörbülni és ezért az ilyen részecskék a világmindenség távolabbfekvő részeiből képesek eljutni hozzánk. Ez a körülmény megmagyarázza a keményebb részecskék viszonylagosan magasabb számát.

Így tehát látható, hogy a kozmikus sugarak eredetének problémája ma már elvileg megoldottnak tekinthető a kozmikus indukciós gyorsítás elméletével. Azonban szükséges még, hogy az örvényes elektromos mezők lehetséges típusait kielemezzék és beható kísérleti kutatást végezzenek az égitestek mágneses és elektromos tulajdonságaival kapcsolatban, hogy a kozmikus indukciós gyorsító tényezők sokféleségének összességéből kiválaszthassuk a kozmikus sugarak fő-, illetve másodrendű forrásait.

S. P. Diskant

Az IAU (Nemzetközi Csillagászati Szövetség) VIII. kongresszusának összehívásáról*

A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Csillagászati Tanácsa közli, hogy az IAU Végrehajtó Bizottság tagjai többségének a határozalára az IAU nyolcadik Kongresszusát, melyet 1951 augusztus 1-je és 8-ika között kellett volna Leningrádban megtartani, bizonytalan időre elhasztották.

A Szovjet Tudományos Akadémia elhatározta a nyolcadik Kongresszus előkészítésére vonatkozó levelezés és dokumentumok közzétételét, hogy világosan lássák az összes csillagászok az okokat, melyek a Kongresszus elhalasztását előidézték.

1948-ban a zürichi Kongresszus augusztus 18-i ülésén a szovjet delegáció meghívta a Nemzetközi Csillagászati Szövetséget 1951-re Leningrádba, az IAU nyolcadik kongresszusának a megtartására. A Kongresszus a szovjet delegáció meghívását döntés végett az IAU Végrehajtó Bizottsághoz továbbította. A Végrehajtó Bizottságnak arra a hivatalos formában feltett kérdésére, hogy a Szovjet Tudományos Akadémia meghívása az IAU összes tagjaira vonatkozik-e határozott választ kapott, mely kiemelte, hogy a meghívás az IAU összes tagállamainak összes tudósaira vonatkozik. Miután a Végrehajtó Bizottság elfogadta a meghívást és elhatározta a nyolcadik Kongresszus megtartását Leningrádban 1951 augusztus 1-e és 8-a között, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája nekikezdett a Kongresszus megszervezésének.

A Végrehajtó Bizottság határozatát, B. Strömgren professzor, az IAU főtitkára, egy 1950 július 15-ről keltezett körlevélben közölte a Szövetség összes tagállamainak a bizottságaival. Ebben ezeket mondja:

„A Nemzetközi Csillagászati Szövetség 1948 augusztusi, zürichi Kongresszusán A. A. Mihájlov professzor átadta a Szovjet Tudományos Akadémia meghívását az IAU közelkező Kongresszusának Leningrádban és Pulkovóban való megtartására. Végleges határozatot az ülés nem hozott.

Miután a Szovjet Tudományos Akadémia biztosította, hogy ez a meghívás az összes államokra vonatkozik, melyek az IAU tagjai, az IAU végrehajtó bizottsága elhatározta, hogy a meghívást elfogadja.

* Dr. Guman István fordítása.

Ezennel tehát értesítem önt, hogy az IAU következő kongresszusa 1951 augusztus 1-e és 8-a közt Leningrádba és Pulkovoban lesz megtartva.

A Kongresszusra vonatkozólag további értesítés fog következni."

Az IAU Végrehajtó Bizottságának 1950 szeptember 25—27-én Stockholmban tartott ülésén, V. A. Ambarcumjan professzor az IAU alelnöke és a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának levelező tagja, bemutatta a Szovjet Tudományos Akadémia Csillagászati Tanácsának a tervezetét az IAU nyolcadik, 1951 augusztus 1—8-án Leningrádban tartandó Kongresszusáról.

V. A. Ambarcumjan professzor a Kongresszus napirendjében, a csillagászat alapkérdéseivel foglalkozó tudományos gyűlések felvételét ajánlotta, melyeket azelőtt még sohasem tartottak, mivel a Kongresszus eddig főleg csak adminisztratív kérdésekkel foglalkozott.

V. A. Ambarcumjan professzor azt is bejelentette, hogy a Szovjet Tudományos Akadémia az összes IAU tagoknak a Szovjetunióban való tartózkodásuk alatt az ellátását és költségeit vállalja, beleértve a moszkvai kirándulást is, úgyszintén vállalja az IAU irodájának a költségeit is a Kongresszus ideje alatt. B. Lindblad professzor, az IAU elnöke, megkérte V. A. Ambarcumján professzort, hogy közvetítse a Nemzetközi Csillagászati Szövetség köszönetét, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának. A Végrehajtó Bizottság határozatot hozott a javaslat elfogadására.

V. A. Ambarcumján professzor, az IAU Végrehajtó Bizottságához és annak titkárához, B. Strömberg professzorhoz azt a kérést továbbította, hogy legkésőbb 1950 december 1-ig juttassák el a Szovjet Tudományos Akadémiához a Kongresszuson résztvenni óhajtó személyek névsorát. Erre a névsorra a Kongresszus előkészítésének a kidolgozásához volt szükség.

A Végrehajtó Bizottság a következő határozatot foglalta el (a következő hivatalos forrás szerint idézve „A Nemzetközi Csillagászati Szövetség Végrehajtó Bizottságának 1950 szeptember 25—27-én Stockholmban tartott ülésén hozott határozatok összefoglalása"):

„A Végrehajtó Bizottság elhatározta, hogy felkéri az IAU titkárát, értesítse az IAU-hoz tartozó összes országok szervezeteit, hogy azokról, akik a Leningrádi Kongresszuson részt szeretnének venni, 1950 december 1-ig egy névsort kíván küldeni a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának. Ezért kérje fel a szervezeteiket, hogy készítsenek egy listát az általuk képviselt országról és juttassák el a Szervezet titkárságához a fentemlített dátum előtt."

1950 október 11-én B. Strömberg professzor a Szövetséghez tartozó Bizottságokhoz és szervezetekhez, melyek az IAU-t a különböző országokban képviselték, egy körlevelet küldött szét, melyben felkéri őket, küldjék el 1950 december 1-e előtt a szükséges névsort.

A Végrehajtó Bizottság stockholmi ülése után, melyen egy sor, a nyolcadik Leningrádi IAU kongresszus megszervezésére vonatkozó adminisztratív kérdést megoldottak, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája fokozottan folytatta az előkészítő munkálatokat. A Tudományos Akadémia különösen fontosnak tartotta a Kongresszusnak az aktuális csillagászati problémákkal foglalkozó ülésein (synopsiumok) a tudósok aktív részvételét.

A. A. Mihájlov professzor, a Szovjet Tudományos Akadémia Csillagászati Tanácsának az elnöke, miután 1950 december 1-ig nem kapta meg a Kongresszuson résztvevők listáját, 1950 december 8-án a következő táviratot küldte B. Strömgren professzornak, Kopenhágába:

„Eddig az 1951-es Kongresszus külföldi résztvevőinek a listáját nem kaptuk meg. Kérjük azt rögtön elküldeni. Késedelem esetén kérjük a tagok és vendégek közelítő számát tudatni.“

B. Strömgren professzortól, 1950 december 14-én a következő távirat érkezett:

„Az önök táviratára válaszolva, értesitem Önöket, hogy az eddig kapott válaszok szerint a Leningrádi Kongresszuson 251 csillagász szándékozik résztvenni. Nagyon sajnáljuk, hogy a jelenlegi utazási és tervezési nehézségek miatt nem volt lehetséges a résztvevők listájának az elkészítése és elküldése. Reméljük az értesítést a jövő év elején el tudjuk juttatni.“

Ezen távirat vétele után, tekintetbe véve, hogy a szovjet delegációval együtt, 300-nál többen szándékoztak résztvenni a Kongresszuson, a Szovjet Tudományos Akadémia tovább fokozta a Kongresszus előkészítésének a munkálatait. V. A. Ambarcumjan professzor, meg akarván könnyíteni, B. Strömger professzor, főtitkár munkáját, azt ajánlotta, hogy küldje részletekben a résztvevők listáját, amint azok Kopenhágába megérkeznek. Azonban V. A. Ambarcumjan ajánlatára semilyen válasz nem érkezett s az év eltelte után a Szovjet Tudományos Akadémia semilyen listát nem kapott. 1950 december 16-án a „Nature“ című angol folyóirat a következő hírt közölte a 4233-ik számában:

„Bengt Strömgren professzor, Dánia, a Kopenhágai Egyetem Csillagvizsgáló Intézetének az igazgatóját a Chikágói Egyetem Csillagászati és Asztrofizikai osztályán professzorrá és elnökké, a Yerkes és Mac-Donald Obszervatóriumokban pedig direktorrá nevezték ki. A Kopenhágai Obszervatórium igazgatói állását is megtartja és minden évben három hónapot Dániában szándékozik tölteni. Ilyen munkatöbblet mellett nem meglepő, hogy az IAU főtitkárságától vissza szeretne lépni. Azok az előnyök, melyek az új állásával menyiltak előtte, túl jelentősek és nagyok ahhoz, hogy visszautasítsa... Megérkezvén Chicagóba, meglátogatta az egyetemet és Obszervatóriumát.

ban O. Struve professzorral dolgozik. Kinevezése alkalmából, a világ minden részéből köszöntik barátai és meg vannak győződve, hogy újonnan vállalt kötelességeit eredményesen fogja ellátni."

B. Strömgren professzor tehát elhagyta hazáját és valószínűleg olyan környezet befolyása alá esvén, mely nem akarja a szovjet és külföldi tudósok együttműködését, az összes országok haladó tudósainak és csillagászati köreinek a méltatlankodására, akadályokat gördített az IAU Kongresszusnak az összehívása elő.

S. I. Vavilov, a Szovjet Tudományos Akadémia elhunyt elnöke, 1951 január 15-én kénytelen volt B. Lindblad professzornak, a Nemzetközi Csillagászati Szövetség elnökének a következő táviratot küldeni:

„A Szovjet Tudományos Akadémia legrövidebb időn belül kéri B. Strömgren professzor USA-i utazása ellenére is a Végrehajtó Bizottság határozatát, a Leningrádi Kongresszuson résztvevők listájának elküldését illetőleg."

A. A. Mihajlov professzor, 1951 január 19-én, Strömgren professzor aláírásával, a következő táviratot kapta az Egyesült Államokból:

„A jelenlegi utazási és tervezési nehézségek mellett Lindblad professzor szükségesnek találta legnagyobb sajnálatára, az IAU Végrehajtó Bizottságának, az 1951-re tervezett Kongresszus és synopsisok elhalasztását ajánlani. A Végrehajtó Bizottság határozatát táviratilag fogom közölni."

Másnap (január 20-án) a következő távirat érkezett B. Lindblad professzortól Stockholmból:

„Végtelenül sajnáljuk a névsorok elmaradásával okozott kellemtelenségeket. Ennek az az oka, hogy a jelenlegi helyzet mellett a részvételek olyan bizonytalanokká váltak, hogy az 1951-es Kongresszus és synopsisok elhalasztására kellett gondolnunk.

Ebben a tárgyban tanácskozni fogok a Végrehajtó Bizottsággal és a lehető leggyorsabban értesíteni fogom önt."

Nem is várva meg az IAU Végrehajtó Bizottság összes tagjainak a választ, B. Lindblad professzor sietett a Szovjetunió Tudományos Akadémia Csillagászati Tanácsának a következő levelet küldeni:

„Az október 11-én, a különböző országok szervezeteihez és a Szövetséghez tartozó Bizottsághoz küldött körlevélre, mely az IAU 1951 augusztusi Leningrádi Kongresszusra vonatkozott, a legtöbb tagállamtól a válasz megérkezett, a kongresszuson résztvenni óhajtó csillagászok névsorával.

Meg kell jegyezni azonban, hogy a legtöbb névsort a jelenlegi világpolitikai feszültség megnövekedése előtt küldték, és meg kell állapítanunk, hogy az ezekben a névsorokban megadott résztvevők száma meghaladja a jelenlegi résztvenni óhajtók számát. Ki kell emelnem, hogy a mi véleményünk szerint kimagasló fontosságúnak

tartjuk, hogy a Nemzetközi Csillagászati Szövetség minden politikai konfliktustól és komplikációtól mentes maradjon.

Végtelenül sajnáljuk, hogy ezeknek az üléseknek és konferenciáknak, melyek a csillagászatra és a csillagászok együttműködésére oly nagy fontossággal bírtak volna, az elhalasztását kell javasolnunk. De kénytelenek voltunk ezt a lépést megtenni, úgy az 1951 augusztus 1—8-ra tervezett Leningrádi Kongresszust, mint az IAU rendezése alatt lévő Stockholmi synopsisokat illetőleg, mielőtt még az előkészületek túl előrehaladtak lettek volna.

Legkomolyabban reméljük, hogy ez az őszinte nemzetközi együttműködés a csillagászatban, mely oly nagy mértékben hozzájárult a kölcsönös megértéshez és megbecsüléshez, és amelynek oly sokat köszönhetünk, tovább fog folytatódni és fejlődni, amikor ezeket az üléseket újból meg fogjuk tartani.

Magától értetődik, hogy a jelenlegi nemzetközi csillagászati együttműködés folytatását az IAU-hoz tartozó összes országok legőszintébben kívánják és reméljük, hogy a bizottságoknak ez a fontos munkája folytatódni fog. Legnagyobb fontosságúak a csillagászat további fejlődésére, hogy csak egynéhányat említsünk, a szélességváltozásokra, efemeriszekre, kisbolygókra, változó csillagokra vonatkozó nemzetközi tervezetek. A már készen lévő bizottsági jelentések közzététele tehát a legsürgősebben szükséges.

A mi legőszintébb reményünk, hogy a jövőben lehetővé válik, az önök által kidolgozott mostani nagyvonalú tervekhez hasonlóan, egy IAU Kongresszus megtartása a Szovjetunióban.

Javaslatunkat nem tudtuk későbbi időre halasztani, mert úgy éreztük, hogy a Kongresszus tervezetének a megváltoztatása egy későbbi időben, amikor az előkészületek már előrehaladt állapotban vannak, igen komoly kellemetlenségeket okoztak volna a Kongresszus előkészítői részére. Ebben az esetben főleg a Szovjet Tudományos Akadémia nagyvonalú tervezetére gondoltunk.

Az okok, melyeket B. Lindblad professzor a Kongresszus összehívásának az elhalasztására felhozott, különösen „a jelenlegi világpolitikai feszültség megnövekedése” való hivatkozás, egyáltalában nem meggyőzőek. Ellenkezőleg, a Kongresszus megtartása, éppen nagymértékben hozzájárult volna a különböző országok tudósainak a kölcsönös megértéshez és nagy segítség lett volna a Kongresszus összehívását ellenző körök által okozott komplikáció felszámolásához.

I. P. Bardin professzor, a Szovjet Tudományos Akadémia alnöke, február 17-én a következő táviratot küldte, B. Lindblad professzornak:

„A Szovjet Tudományos Akadémia igazolja Ön és Strömgren professzor leveleinek vételét a nyolcadik Nemzetközi Csillagászati Kongresszus elhalasztására vonatkozólag.

A Szovjet Tudományos Akadémia elnöksége nem érthet egyet az önök által felhozott okokkal, melyek szerint a résztvevők utazási és a tervezési nehézségei miatt a Kongresszust nem lehet a kitűzött időben megtartani.

Mi úgy gondoljuk, hogy az az értesítés, amely a Kongresszus dátumáról és előkészületeiről a tagok részére történt és a Szovjet Tudományos Akadémia gondoskodása a Kongresszus összes tagjairól, a Szovjetunióban való tartózkodásuk alatt, biztosítja a Kongresszus eredményes megtartását. Méginkább az a tény, hogy az IAU tagjainak több mint a fele már decemberben bejelentette a szándékát a Kongresszus aktíván résztvenni, nem adhat semmi okot arra, hogy a Végrehajtó Bizottság megmátsítsa a Kongresszus dátumára hozott határozatát.

A Szovjet Tudományos Akadémia Elnöksége felkéri önt, hogy értesítse e levél tartalmáról a Végrehajtó Bizottság összes tagjait és a válaszokról, amint lehet, tudósítson minket."

1951 március 6-án B. Lindblad professzortól egy távirat érkezett, azonban ez semmi újat nem mondott:

„A Szovjet Tudományos Akadémia táviratában foglaltakról az IAU Végrehajtó Bizottság tagjait értesítettük. Az IAU Végrehajtó Bizottsága mélységesen sajnálja a zavart, melyet a határozatával okozott, azonban a különböző országok csillagászai fenntartják azt a véleményüket, hogy a jelenlegi világhelyzet lehetetlenné teszi az 1951-re tervezett IAU Kongresszus és synopsisok megtartását. Sokan, akik bejelentették részvételüket, megmaradnak emellett — de az IAU egy politikamentes organizáció és egyedül csak a csillagászat fejlődésével törődhet, különösen a nemzetközi együttműködés útján, és ezt az együttműködést a Végrehajtó Bizottság lehetőség szerint megtartani és fejleszteni szeretné. A Végrehajtó Bizottság azonban nem másíthatja meg azt a véleményét, hogy a jelenlegi nemzetközi helyzet megakadályozná, hogy a Kongresszuson és a synopsisokon a különböző országok résztvevői megfelelően képviselve legyenek. Ez a vélemény uralkodott a Végrehajtó Bizottságban, mely a Kongresszus sikeréért való felelőssége tudatában elhatározta a Kongresszus elhalasztását. A Végrehajtó Bizottság jól van értesülve és hálás azért a nagyszerű előkészítésért, melyet a Szovjet Tudományos Akadémia tett az IAU Kongresszus fogadtatására és végtelenül sajnálja az Akadémiának okozott kellemetlenségeket, melyeket a kitűzött ülések időpontjának a meg nem tartásával okozott."

A Nemzetközi Csillagászati Szövetség elnökének az a kijelentése, hogy „a különböző országok csillagászai fenntartják azt a véleményüket, hogy a jelenlegi világhelyzet lehetetlenné teszi az 1951-re tervezett IAU Kongresszus és synopsisok megtartását", a legnagyobb megdöbbenést okozott, úgy a szovjet, mint a más országok tudósai-

nak köreiben. Ennek a bizonyítékát látjuk pl. a következő levélből is, melyet 15 kiváló francia és holland csillagász írt alá és amelyet 1951 április 6-án az IAU Végrehajtó Bizottságnak az elnökéhez és tagjaihoz küldtek:

„Nagy meglepetéssel és sajnálattal vettük tudomásul, hogy az IAU Végrehajtó Bizottságának többsége úgy határozott, hogy az augusztusra tervezett Leningrádi Kongresszust elhalasztják.

Azok az okok, melyek a Végrehajtó Bizottságot e határozat hozatalára indították — különösen az a kívánság, hogy zavartalanul fenn-tartsák, kivétel nélkül, a különböző országok csillagászainak az együtt-működését — tagadhatatlanul elsőrendű jelentőséggel bírnak, de bizonyos nyugtalansággal kérdezzük, hogy a Bizottságnak ez a határozata nem elhamarkodott-e és abban az esetben, ha továbbra is fenn-tartja, nem kockáztatja-e, egy kényes helyzet létrehozását a Csillagászati Szövetség kebelén belül.

A mi szovjet kollégáinknak valószínűleg nem került el a figyelem, hogy a jelenlegi nemzetközi helyzet nem akadályozza meg a világ számos államaiban, számos Kongresszus és más nemzetközi jellegű értekezletét jelenlegi megtartását vagy a közeli hónapokra való tervezését és ugyanakkor azt ajánlják, hogy halasszák el egyikét a legfontosabbaknak, az IAU Kongresszust, az egyedülit, amelyet a Szovjetunióban tartottak volna meg.

Másrészről nem valószínű, hogy a nemzetközi helyzet bizonytalansága rávette volna-e a novemberben a Leningrádi Kongresszusra jelentkező csillagászokat, hogy januárra ily nagy számban megváltoztassák véleményüket.

Sőt ellenkezőleg, vannak, akik meg vannak győződve róla, hogy egy ilyen fontos összejövetel, mint az IAU Kongresszus, mely a világ összes országainak a képviselőit összegyűjti tudományos kérdések megvitatására és egy őszinte nemzetközi együttműködést hoz létre a jelenlegi helyzetben, egy szerény, de nem elhanyagolható faktora a béke ügyének.

A Végrehajtó Bizottságban lévő kollégáink után mi is kérjük, hogy revideálják a januárban hozott határozatot és minden esetben tartsák meg az IAU nyolcadik kongresszusát Leningrádban egy lehető legközelebbi időpontban.

M. Bloch
R. Canavaggia,
D. Chalonge,
J. Dufay,
J. Gauzit,
H. Hubenet,
C. de Jager,
M. Laffineur,

M. Minnaert,
H. Mineur,
J. C. Pecker,
P. Proisy,
E. Schatzman,
P. Semiról,
Tcheng Mac-Lin.

(további aláírások következnek).“

Hasonlóképpen A. V. Topkjev, a Szovjet Tudományos Akadémia elnökségének tagja és főtitkára, egy a „Pravda“ 1951. április 12-én megjelent cikkében a következőket jegyzi meg:

„a B. Lindblad professzor által felhozott okok alaptalanság és célzatossága annál is inkább feltűnik a szovjet tudósoknak, mivel azokat a nemzetközi tudományos Kongresszusokat, melyeket ez évben a kapitalista országokban szándékoznak megtartani, mint például a harmadik petróleum világkongresszus Hollandiában, a második nemzetközi krisztallográfiai Kongresszus Svédországban, a nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Szövetség kilencedik Kongresszusa Belgiumban, az általános és gyakorlati Kémia nemzetközi Kongresszusa az Egyesült Államokban és mások, nem halasztották el.“

Mi úgy gondoljuk, hogy a nyolcadik IAU Kongresszus szabotálásának a valódi oka az lehetett, hogy a Szövetség egynéhány vezetője, köztük elsősorban B. Lindblad professzor és B. Strömgren professzor az Egyesült Államok és más kapitalista országok, erőszakos imperialista köreiknek befolyása alá kerültek. Ezek a körök megkísérelték, hogy a nemzetközi helyzetben mesterségesen feszültségeket provokáljanak. Ellenezték az együttműködést a kapitalista államok és a Szovjetunió tudósai közt minden eszközt megragadtak, hogy ezt megghiúsítsák. A Nemzetközi Csillagászati Szövetség Kongresszusa és más hasonló konferenciák és kongresszusok azonban hozzá fognak járulni a különböző országok tudósainak együttműködéséhez és az egész világ békéjének a megszilárdításához.

*A Szovjetunió Tudományos Akadémia
Csillagászati Tanácsa*

Az üstökösök fizikája

Kevés része van a csillagászatnak, ahol nézeteink az utolsó évtizedben jóformán minden lényeges kérdésben olyan gyökeresen megváltoztak, amint az az üstökösök fizikájában történt. Ehhez a gyors haladáshoz elsősorban a szovjet csillagászok, név szerint *Dubiago, Levin, Orlov, Voroncov, Veljaminev* és *Vszesziatszki* járultak hozzá, akik teljesen revidiálták az üstökösökre vonatkozó elméleteket, miután szigorú kritika alá vették a rendelkezésre álló megfigyelési anyagot. Erősen lendített a fejlődésen, hogy az elmúlt évtizedben végre meg lehetett figyelni néhány fényesebb üstököst a legmodernebb csillagászati spektrográfokkal.

A magyar csillagászati irodalomban a Csillagászati Lapok 1941. évfolyamában *Kolbenheyer Tibortól* igen kitűnő és kimerítő ismertetés jelent meg az üstökösökről való akkori ismereteinkről, úgyhogy az alábbiakban a legutóbbi tíz évben történt fejlődés ismertetésére szorítkozhatok.

Az üstökösök állandó jellegű része csak a magjuk. A sokkal feltűnőbb üstök, vagy kóma és a még feltűnőbb csóva csak átmeneti jelenségek és a magból kiáramló anyagokból állanak.

A mag és ezzel együtt az egész üstökös tömege jelentéktelen, ami már abból is következik, hogy az üstökösök, akármilyen közel is haladnak el valamelyik bolygóhoz, annak mozgásában észrevehető perturbációt nem okoznak. De éppen ezért, azon a megállapításon túl, hogy a tömeg igen kicsi, a tömeg nagyságára csak durva becsléseket tehetünk. Így az üstökös fényességéből, amikor az üstökös távol van a Naptól és a csóva még egyáltalán nem, a kóma pedig még csak kevéssé fejlődött ki, meg lehet becsülni a mag átmérőjét és ebből, ha a mag anyagának sűrűségére plauzibilis felvételeket teszünk, kiszámíthatjuk a mag tömegét.

Így a Halley-üstökös 1909 szeptemberi fényességéből, amikor ez kizárólag a visszavert napfénytől származott, *Voroncov Veljaminev* a mag átmérőjére 40 kilométert kapott. A számításban feltételezte, hogy a fényvisszaverődés egy összefüggő szilárd testről történt és hogy ennek visszaverőképessége a Holdéval megegyezett. De mivel ekkor a kóma már 20.000 km átmérőjű volt és a fényvisszaverődés nagy része a kóma anyagán történt, a mag valódi átmérője 20 km-nél is kisebb volt. Ha a mag anyagának közepes sűrűsége megegyezik a Föld sűrű-

ségével, akkor a mag tömegére 20 trillió grammot kapunk, azaz a Föld tömegének 300 milliommód részét. Ezt az értéket felső határnak kell tekintenünk. Ha a mag nem összefüggő, a számítás még kisebb tömegértékre vezet.

Ilyen kis tömeg nem tarthatja össze a róla leváló gázrészecskéket, hiszen a felületén az ú. n. szökési sebesség mindössze 18 m/sec. Márpedig a Halley-üstökös a legnagyobb üstökösök közé tartozik. Az Encke üstökös átmérőjére legutóbbi visszatérésekor *Cunningham* 3 km-t, tömegére 8×10^{16} g-ot számított, *Baldef* pedig az 1927. VI. Pons—Winnecke-üstökös átmérőjére mindössze 400 métert kapott. Ha az üstökös fényessége kizárólag a magról visszaverődő napfénytől származnék, akkor a legtöbb üstököst csak a Földhöz egész közel tudnók észrevenni. Tehát a mag tulajdonképpen nem figyelhető meg, csak a magból kiáramló kóma. A kómában legtöbbször megfigyelhető csillagszerű fényesebb rész, amelyet tévesen gyakran az üstökös magjának neveznek, tulajdonképpen a magból kilépő részecskék centrális sűrűsödése. A mag külön nem volt megfigyelhető eddig egyetlen üstökösnél sem.

A mag nagyságára előbb említett értékek felső határoknak tekintendők. Néha alsó határt is megadhatunk a mag átmérőjére. Így például *Minnaert* kiszámította, hogy az 1843. évi nagy üstökös magjának átmérője nagyobb volt 500 méternél, mert különben a napkoronán való áthaladásakor el kellett volna gőzölgönie. Ezzel szemben az üstökös az áthaladás után csak jelentéktelenül lett gyengébb, mint az áthaladás előtt volt.

A mag összetételének és szerkezetének megértéséhez a következő megfigyelési eredményeket kell tekintetbe venni:

1. Amint az üstökös közeledik a Naphoz, nagymennyiségű gáz és szilárd részecske válik le a magról. A leválási folyamat legtöbbször már félmilliárd kilométerre a Naptól megkezdődik. A kóma színképében főleg a szilárd részecskéktől származik a folytonos színkép, amely egyszerűen a visszavert napfény színképe a Fraunhofer vonalakkal, a gázrészecskék jelenlétét pedig emissziós sávok és vonalak mutatják.* A leválás túlnyomórészt a magnak a Naptól sütött oldalán történik, amint az fényesebb üstökösök vizuális megfigyelésénél különösen szépen mutatkozik. A folytonos és az emissziós színkép intenzitáviszonya üstökösről üstököstre változik. A rövid keringésű üstökösoknél a folytonos színkép rendkívül gyenge, úgyhogy ezeknek kómája majdnem teljesen gázból áll. Ezzel szemben a nagy távolsághól érkezett üstökösök színképében a folytonos alap erős, tehát ezeknek kómájában bőven van por.

2. Általában az üstökösök abszolút fényessége jól meghatározható függvénye a Naptól való távolságuknak. Némelyik üstökösnél azonban hirtelen és váratlanul erős fényességnövekedés áll be. Néha néhány perc alatt a kómában csillagszerű fényes rész keletkezik, ez néhány nap alatt szétterül, miközben az üstökös fényessége megint normális lesz. Ilyen ún. *kitörések* alkalmával néha ezerszeres fényességnövekedést is megfigyeltek már. Színképfelvételek azt mutatják, hogy ilyenkor csak a folytonos színkép erőssége növekszik meg, az emissziós színképé nem. Ez arra mutat, hogy a kitöréseknél főleg a szilárd részecskék leválása fokozódik. Leggyakrabban a Naptól meglehetősen távol keringő Schwassmann—Wachmann I üstökösnél figyeltek meg ilyen kitöréseket. Az újabb megfigyelések arra mutatnak, hogy a kitörések időben egybeesnek a naptevékenység növekedésével. *Beyer* szerint általánosságban az üstökösök abszolút fényessége a Naptól való távolságon kívül összefügg a mindenkori naptevékenységgel. Aligha véletlen, hogy a Schwassmann—Wachmann I. üstökös eddig észlelt legerősebb kitörése 1946 januárjában egybeesett az eddig legnagyobb fotografikusan megfigyelt napfoltnak a Napnak az üstökös felé néző féltékéjén való megjelenésével.

3. Már több üstökösnél előfordult, hogy perihéliumukban a mag két, vagy több darabra oszlott. A Biela-üstökös 1846. évi kettéoszlása, valamint az 1882 II nagy üstökös hat részre válása, amikor mindössze félmillió kilométer távolságban haladt el a Nap felületétől, a klasszikus példák erre. De azóta is voltak hasonló esetek és ezekből meg lehet ítélni, hogy egy átlagos üstökösnél a széttörés valószínűsége a perihélium átmenetnél $1/50$. Legtöbbször a széttörés az üstökös teljes feloszlásához vezet. A feloszlás meteorrajt eredményez. Ha ezekkel a Föld találkozik, a mag felbomlott részeit, mint hullócsillagokat figyelhetjük meg. Valószínűleg minden periódusos üstököshöz tartozik meteorraj. Az újabb radar-megfigyelések bebizonyították, hogy a meteorok kivétel nélkül a Naprendszer tagjai, éppen úgy, mint az üstökösök és igen valószínű, hogy minden meteor valamelyik üstökösből származik. Sőt lehet, hogy az állatövi fény is üstökösök maradványa.

4. Némelyik üstökös mozgásában olyan szabálytalanságok mutatkoznak, amelyeket csak az üstökös magjában végbemenő jelenségekkel lehet megmagyarázni. Így először az Encke-üstökösnél vették észre, hogy a keringési ideje csökken, vagy ami ugyanaz, a közepes napi mozgása növekszik, azonkívül a pálya excentrumossága csökken. Ezt kezdetben az állatövi fény közegellenállásának tulajdonították. A közegellenállás csökkenteni igyekszik ugyan a pályasebességét, de mivel erre az üstökös közelebb kerül a Naphoz, a pálya átmérője csökken és így a harmadik Kepler-törvény értelmében az a paradox hatás áll elő, hogy az üstökös napi mozgása végül is gyorsul. Ezzel

a magyarázattal azonban hamar fel kellett hagyni, mert más üstökösöknél a pályaelemekben éppen ellenkező értelmű változások mutatkoztak. *Bessel* már 1836-ban felhívta a figyelmet arra, hogy ha valamelyik üstökös magjából az anyagkiáramlás állandóan asszimmetrikus a radius vectorhoz viszonyítva, akkor a pályaelemeknek változni kell külső hatás nélkül is. *Dubiago* és *Whipple* kimutatták, hogy ilyen asszimmetriának fel kell lépni, ha a mag tengelyforgást végez. Akkor ugyanis a mag leginelegebb és így legerősebben emittáló része nem az lesz, amelyik éppen a Nap irányában esik, hanem amelyik rész már túlforgott ezen a helven, éppen úgy, mint a Földön is a hőmérsékletnek napi maximuma a délutáni órákban van. Ha a tengelyforgás ugyanolyan értelmű, mint a Nap körüli keringés, akkor a maximális anyagkiáramlás az üstökös mozgásával ellentétes oldalon történik és ez, mint a rakétánál, előrehajtja a magot, minek következtében az üstökös Naptól való távolsága növekszik, a pálya excentrumossága is nő és a közepes mozgás csökken. Ez az eset a D' Arrest-üstökösnél. A Wolf 1 üstökös napi mozgása szintén csökken, de itt még az excentrumosság változását nem lehetett kimutatni. Az Encke-üstökös pályájában mutatkozó zavarok retrográd tengelyforgással magyarázhatók. Ilyen esetben a kiáramlásoknak a pályamozgása irányában van kompenense, ez visszatartani igyekszik a magot, akárcsak a közegellenállás, minek következtében a Naptól való távolság csökken, a napi mozgás gyorsul, az excentrumosság kisebbedik. A pályaelemek változásának mértékéből meg lehet becsülni az anyagkiáramlás következtében beálló anyagvesztés nagyságát is. Az Encke-üstökösre keringésekként 2 ezrelékes tömegvesztés adódik. Így az Encke-üstökös még több évszázadon át megfigyelhető lesz, anélkül, hogy fényessége jelentékenyen csökkennék. Az excentrumosság változásából arra lehet következtetni, hogy a gyorsító, ill. lassító erő arányos a Nap energiaáramával, de 300 millió kilométer távolságon felül nem jön már számításba.

A 4. pontban említett megfigyelések és számítások mindenesetre arra mutatnak, hogy a mag egy darabból áll. Régebben azt gondolták, hogy a mag kisebb-nagyobb meteorok halmaza. De *Oort* szerint ki lehet mutatni, hogy ha ilyen mag elég kompakt lenne ahhoz, hogy ellenálljon a Nap árapályerejének, akkor a részek egymáshoz ütközve néhány év alatt összefüggő magba verődnének össze.

Mint hogy a magból meteorok válnak le és végül is a mag meteorra esik szét, bizonyos, hogy a mag anyaga, legalább is részben, azonos a meteoritek anyagával. Mint hogy meteoritekben is nagy mennyiségben találunk gázokat, amelyek melegítésre felszabadulnak, nem csodálkozhatunk azon, hogy a Nap melegítő hatására ugyanez észlelhető az üstökös magjánál. De ha a mag összefüggő nagy meteorikus test, a gázok felszabadulása csak a felületi rétegekről történhet és a

gyakran visszatérő üstökösök esetében nehezen érthetjük, honnét veszik újra és újra a csóvaképződéshez szükséges gázanyagot. Még nehezebb megérteni, hogyan történik nagyobb szilárd részecskék leválása, különösen már a Naptól nagy távolságban is, azonkívül nehezen érthető az üstökösök több részre szakadása. Ehhez nem elegendők azok a feszítő erők, amelyek a mag rotációja következtében beálló gyors és erős hőmérsékletváltozások okoznak. A kisbolygók közül igen soknak pályája semmiben sem különbözik a periódusos üstökösök pályájától és már sok olyant fedeztek fel, amelyeknek tömege sem nagyobb az üstökösök tömegénél, mégsem találjuk náluk nyomát csóva, vagy kómaképződésnek. Tehát a kétfajta égitest anyagi összetételében lényeges különbségnek kell lenni. De ha az üstökösöt, mint egy igen nagy meteort fogjuk fel, lényeges különbség aligha lenne a kisbolygók és üstökösök között.

Whipple nemrég igen tetszetős feltevést tett a mag összetételére, amely igen jól megmagyarázza az említett megfigyelési tényeket. Whipple szerint a mag jégbe ágyazott meteorikus tömegek halmaza, amely valamikor a Naptól igen nagy távolságban igen alacsony hőmérsékleten állt össze. Persze nem pusztán a víz jégére kell itt gondolnunk, a H_2O mellett szóbjöhetnek még CO , CO_2 , NH_3 , CH_4 , C_2N_2 stb. A mag külső részéről, amint az üstökös közeledik a maghoz, a jég hamar elpárolog és ezzel együtt leválnak a beleágyazott meteorikus porrészecskék is. A mag külső része így hamarosan főleg meteorikus réteg lesz, amely némi hőszigetelést nyújt az alatta levő jégrétegek számára és azok párolgását erősen csökkenti. Minthogy a meteorikus tömeg nem összefüggő, a meteorikus tömegek közti nyílásokon tovább folyik a jég párolgása és vele együtt a belekevert meteorikus részecskék leválása. A jég párolgásával a magban nagy üregek keletkezhetnek és ezek összeomlásakor a felmelegedett meteorikus anyag, vagy maga a napfény is, érintkezésbe kerül a mélyebben fekvő rendkívül alacsony hőmérsékletű jéggel. Ekkor itt hirtelen erősebb anyagkiáramlás indul meg. Így megérthetők lennének a kitörések is, vagy legalább is az a nagy tevékenység, amelyet némelyik üstökös magja mutat a perihéliumban. A magból ilyenkor több sugár, kilövelés látszik kiindulni, nyilván azokról a helyekről, ahol ilyen összeomlások keletkeztek. Nagyon közel a Naphoz a jég párolgása olyan erős lehet, hogy a mag több részre szakadhat. A kóma és a csóva képződéséhez szükséges gáz a jegekből mindaddig képződhet, amíg a mag egészen el nem fogy.

Arra, hogy milyen anyagok jegei fordulnak elő a magban, az elpárolgásból származó gázmolekulákból kellene következnie. Csakhogy ezek nagyobb része egyáltalán nem ad a megfigyelés számára hozzáférhető színképrészben sávokat. Azonkívül a felszabaduló gázmolekulák a napsugárzás hatására hamar disszociálódhatnak, vagy akár

ionizálódhatnak is. Végül is, amit a kóma, vagy a csóva színekében meg tudunk figyelni, arról egyáltalán nem biztos, hogy eredetileg jelen volt-e a magban, sőt az üstökösök színekében eddig azonosított molekulák túlnyomó részéről biztos, hogy eredetileg nem így voltak a magban, hanem többatomos molekulák disszociációjából keletkeztek. Mint-hogy a molekulák szétesését okozó napsugárzás erő sége a Naptól való távolsággal változik, természetesen az üstökös színeke változik az üstökösnek a Naptól való távolságával.

A különböző üstökösök színeke közt igen nagy a hasonlóság, de azért az egyes sávok relatív intenzitásában mutatkoznak különbségek ugyanazon naptávolságban is. Nagyjából azért a különböző üstökösök anyagi összetételét azonosnak tekinthetjük.

Ezelőtt egy évtizeddel még csak a következő molekulákat sikerült kimutatni az üstökösökben:



Ezekhez jöttek még, többnyire csak a perihéliumátmenet idejében, a nátrium-atomok emissziós vonalai. Azóta, különösen az 1940 c Cunningham-üstökös színekének vizsgálata útján még a következő azonosítások sikerültek:



Az utolsó két molekula jelenléte még nem egészen biztos.

Ma 3070 és 6700 Angström hullámhosszak között minden erősebb emissziót sikerült már azonosítani, de a gyengébb sávok között még igen sok van, amelyik azonosításra vár.

Érdemes megemlíteni, hogy a szén 13 atomsúlyú izotópját is sikerült kimutatni az üstökösök színekében. *Bobrovnikof* a 4744 és 4751 Å-nél található két igen gyenge sávot azonosította, mint a $\text{C}^{12}\text{C}^{13}$ molekula sávját. A deuterion hidrogénizotóp utáni kutatás azonban hiábavalónak bizonyult.

Az azonosított molekulák közül a CO^+ és a N_2^+ különösen a csóvában fordul elő, de azért megtalálható a kómában is, de csak a mag közvetlen közelében. Az erősebben görbült csóvák nagyobbára csak folytonos színeket mutatnak.

Talán első pillanatra meglepő, hogy az üstökösök légköre nagyobbára kémiaiilag instabilis gyökökből áll. Nyilván az üstökös magjában ezek nem fordulhatnak elő és valamilyen komplikáltabb és kémiaiilag stabilis molekulákból keletkeznek fotodisszociáció* útján. A kómában azután nincs mivel egyesülniök, mert a nyomás itt olyan kicsi, hogy nagyon ritkán találkozik össze két molekula. Tehát itt ezek a „kémiaiilag instabilis“ molekulák „fizikailag stabilisek“.

* Vagyis a napfény hatására szétesés útján.

Az üstökös szinképében eddig azonosított molekulák alapján a magban igen valószínűnek vehető a következő molekulák jelenléte: víz (H_2O), ammoniák (NH_3), dician (C_2N_2), metán (CH_4), nitrogén (N_2), szénoxid és széndioxid (CO és CO_2). Valószínűsíti ezt az is, hogy ezeket a gázokat a meteoritekben is meg lehet találni. Persze nem biztos, hogy a meteoritek összetetele azonos az üstökösökével.

Igen fontos megvizsgálni, hogy a molekulák emissziója az üstökösökben hogy jön létre. Már eleve igen valószínű, hogy a molekulákat a napfény gerjeszti sugárzásra, vagy legalább is a napfény járssza a legfontosabb szerepet. De szóbajöhetnek elektronütközések, molekuláris ütközések, vagy a disszociáció alkalmával történő gerjesztés is. Így például a CN emissziója létrejöhet úgy is, hogy a C_2N_2 molekulák fotoionizációja alkalmával az egyik, vagy mindkét CN molekula gerjesztett állapotban keletkezik.

A gerjesztés mechanizmusát el lehet dönteni az üstökösfény polarizáltságának mérésével. Elméletileg ki lehet számítani, hogy az egyes sávokban a fénynek mennyire kell polarizálnak lenni, ha a sávok gerjesztése kizárólag a polarizálatlan napsugárzás által történt. *Orman* végzett a *Cunningham* üstökös C_2 és CN sávjain ebből a célból polarizációs méréseket és eredménye megfelel a tiszta sugárzási gerjesztésnek. De a *Paraskevopoulos* üstökösre már lényegesen nagyobb polarizálttságot kapott. De ennél az emissziók igen gyengék voltak a rendkívül erős kontinuum mellett, úgyhogy az üstökös fénye túlnyomórészt a napfénynek nagyobb részecskéken való szóródásából állt elő. Így a nagyobb polarizáció érthető.

Igen megnyugtató, hogy az aránylag pontatlan polarizációs mérések mellett sokkal pontosabb spektroszkópiai bizonyíték is van arra, hogy a molekulák gerjesztése tisztán napfénytől származik. Már régóta ismeretes, hogy az egyes sávokon belül az intenzitáselosztás az üstökösök szinképében néha lényegesen más, mint a laboratóriumi felvételeken. Azonkívül az intenzitáselosztás az egyes üstökösöknél is változik a Naptól való távolság szerint. *McKellar*-nak sikerült kimutatnia, hogy az intenzitáselosztást a sávokon belül a legaprólékosabb részletekig meg lehet magyarázni a tisztán napsugárzás által való gerjesztéssel, ha tekintetbe vesszük a napszinképben mutatkozó Fraunhofer-vonalakat is. Így például, ha valamely sáv részlet emissziójához szükséges gerjesztést olyan hullámhosszú fény idézi elő, amely a napszinképben éppen egy erős Fraunhofer-vonalra esik, akkor az üstökösök szinképében ez a sáv részlet igen gyenge. A hullámhossz megállapításánál tekintetbe kell venni azt a Doppler-eltolódást, amely az üstökösöknek a Naphoz képest való mozgásának radiális komponenséből adódik. Mivel ez a komponens szisztematikusan változik az üstökösöknek a pályájában elfoglalt helyével, az előbbieket szerint az egyes sávok intenzitáselosztásának is változni kell, különösen ha a sáv gerjesztéséhez

szükséges napfény erős Fraunhofer-vonal közelébe esik. McKellar szerint így lehet megmagyarázni a sávokban az intenzitáseloszlásnak változását a Naptól való távolsággal. Ezekhez a vizsgálatokhoz természetesen igen pontos spektrálfotometriai vizsgálatok szükségesek, amellyel nagydiszperziójú spektrumfelvételek is.

A magból kikerült por és gáz egy része a csóvába jut. Minthogy a csóva általában a magnak Nappal szemben levő oldalán jelenik meg, azt az erőt, amely a részecskéket ebbe az irányba hajtja, szintén a Napban kell keresni. Kézenfekvő volt a sugárnyomásra gondolni. Bredihin orosz csillagász klasszikus vizsgálataiban részletesen megtudta magyarázni ezen az alapon az üstökös csóvák alakját.

A taszító erő nagyságát különösen jól lehet meghatározni, ha a csóvában jól elhatárolható csomók lépnek fel. Ilyenek általában csak az egyenes (Bredihin-féle I. típus) csóvákban fordulnak elő. A taszító erő nagysága ezeknek a csomóknak a mozgásából már három ugyanazon éjjelen készült felvételtől kiszámítható. A számítások eredménye mindig az, hogy a taszító erő sokkal nagyobb, mint a sugárnyomás alapján kellene lenni. Így például Orlov az 1908 III üstökösre a vonzóerőt négyezerszeresen felülmúló hajtóerőt kapott. Középbén 2—3 nagyságrend eltérés mutatkozik a megfigyelt és a sugárnyomás alapján számított taszító erők között. Azonkívül nehezen egyeztethető össze a sugárnyomás elméletével az is, hogy néha egyszerre ugyanazon csóva különböző részeire igen különböző értékek adódnak a taszító erőre. Ugyanígy különböző értékek adódnak ugyanarra a csomóra egymásután következő napokon.

A görbült csóvák (Bredihin-féle II. és III. típus) azonban teljesen megmagyarázhatók a fénynyomás elméletével.

Az I. típusú csóvák megmagyarázására a Napnak olyan sugárzását kell tekintetbe venni, amelyik erős változásnak van alávetve. A fotografikusan és vizuálisan észlelhető napsugarak nem jöhetnek tekintetbe, mert ezek a napielenségekkel csak elenyészően változnak. Ezzel szemben igen erős változásokat mutat a Nap ultraibolya sugárzása, valamint a Nap anyagi sugárzása.

A Nap ultraibolya sugárzása erősen összefügg a napfolttevékenységgel, az utóbbi pedig, mint már említettük, az üstökösfej fényességével. Így tehát valószínű, hogy a mag közelében lejátszódó fotokémiai jelenségeket a Nap ultraibolya sugárzása irányítja. De ez a sugárzás alig játszhat szerepet a csóvákban levő molekulák felgyorsításában, hiszen intenzitása csak töredéke a Nap hősugárzásának és különben sem lehetne érteni, hogyan lépnek fel egyszerre a legkülönbözőbb gyorsulások a csóva különböző részeiben.

Biermann legutóbban részletesen megvizsgálta, milyen szerepe lehet a csóvaképződésben a Nap anyagi sugárzásának. Ennek a sugárzásnak a természetére a földmágnességi és a sarkifény megfigyelések-

ből következtethetünk. Ma már kétségtelen, hogy az erős mágneses viharok összefüggésben állanak aktív napfoltsoportokkal és különösen az ezek környékén gyakran észlelhető kromoszférikus kitörésekkel. Ezek helyéről különösen erős anyagi sugárzás indul meg, mintegy 60° nyílású kúppal határolt térrészbe. Amikor a Napból kisugárzott részecskék eléri a Földet, kezdődik a mágneses vihar. A napkitörés és a mágneses vihar kezdetének időpontja közti különbségből meghatározhatjuk a részecskék sebeségét. Sőt a múltévi augusztus 18-i sarkifény alkalmából *Meinel*-nek sikerült közvetlenül meghatározni a Föld légkörébe érkező és ott a sarkifényt okozó naprészecskék sebeségét a sarkifény színképében megjelent H alfa vonal alakjából. Ezek szerint a részecskék sebesége $2\text{--}3000\text{ km/sec}$. A részecskéknek elektromosan töltötteknek kell lenniök, különben nem lenne érthető a földmágneses jelenségeknek a függése a földrajzi szélességtől. Persze az ionok számának nagyságrendileg egyezni kell az elektronokéval. *Chapman* és *Unold* számításai szerint a részecskék sűrűsége a Föld közelében köbcéntiméterenként 100.000.

Kiseb mágneses závarok majdnem állandóan megfigyelhetők. Az ezeket okozó anyagi sugárzás sűrűsége kb. két nagyságrenddel kisebb, sebesége kb. 500 km/sec . Ezeket az értékeket tekinthetjük a Nap anyagi sugárzásának állandó jellemzőinek. Érdekes, hogy a Föld közelében a Napról emittált részecskék sűrűsége körülbelül ugyanakkora, mint a gázrészecskék sűrűsége az üstökösök kómájában.

Mármost kiszámítható, hogy a Napról jövő elektronok az üstökös kómájába érkeve az ott lévő CO^+ jónokra olyan nyomást gyakorolnak, amely teljesen elegendő az egyenes csóva és az észlelhető gyorsulások megmagyarázására. Az elektronok hatásával szemben a Napról jövő ionok hatása elhanyagolható. A kómában lévő semleges molekulákra persze az elektronok nem gyakorolnak lényeges hatást és így érthető, hogy a csóvában kizárólag ionizált molekulákat találni. Nagyon valószínű, hogy a naprészecskék mágneses erőteret visznek magukkal, miáltal még nagyobb gyorsulások állhatnak elő.

Az elmélet egyszerűen igazolható, csak azt kell megvizsgálni, hogy a Nap anyagi sugárzásának változásai jelentkeznek-e az üstököscsókák változásaiban. Persze erre csak olyan üstökösöket vizsgálhatunk, amelyeknek a szögtávolsága a Földtől, a Napról nézve, hosszabb időn át kicsi volt, különben nem tudhatjuk, milyen a Nap anyagi sugárzásának intenzitása az üstökös helyén. Hiszen erre csak geomágneses megfigyelésekből következtethetünk, ezek pedig csak a Föld irányába kilövelt sugárzás erősségéről adnak felvilágosítást. Az 1942 g Whipple—Fedtke-üstökös kiválóan alkalmas erre a vizsgálatra. És tényleg, a megfigyelések igazolják, hogy a Nap korpuszkuláris sugárzásának erős megnövekedései a kívánt mértékben befolyásolták a csóvaképződést, amennyiben igen nagy gyorsulásokat idéztek elő a csóvában. Más

üstökösnél pedig kimutatható, hogy nagy gyorsulások felléptében a naprotáció 25 napos periodicitása jelentkezik.

Az elnélet ezek szerint nemcsak az üstökösök fizikájában fontos, hanem a napfizikában is. Az üstökösök megfigyelése ugyanis jelezheti a naperupciókat a napkorongnak a Földről nem látható részeiről is, és a Nap anyagi sugárzásának olyan megnövekedéseit is, amelyek nem érik el a Földet.

A legutóbbi időben igen érdekes fejtegetések jelentek meg az üstökösök eredetéről is. Ezek túlnyomórészt a *Schmidt*-féle kozmogóniára támaszkodnak és egyetértenek abban, hogy, amint azt a *Whipple*-féle üstökösmag-elmélet is kívánja, az üstökösök a Naptól igen nagy távolságból származnak.*

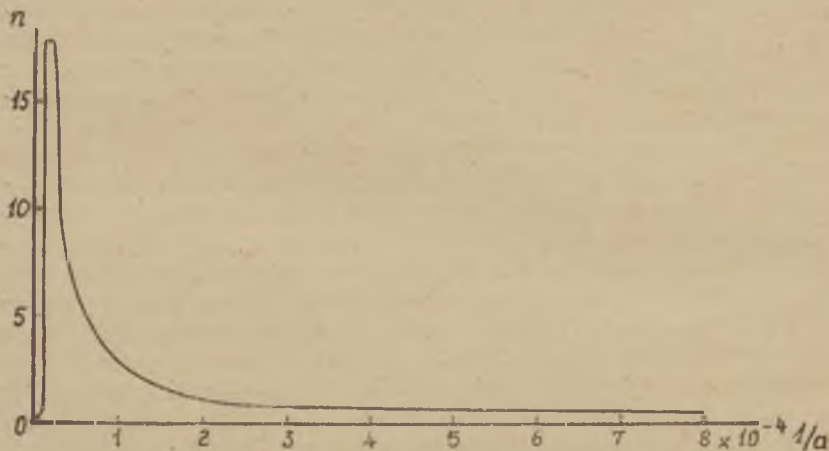
Az bizonyos, hogy a periódikus üstökösök nem állhatnak fenn sokáig, hiszen a Nap közelében az üstökösök a kozmogóniában szereplő időtartamokhoz képest hamar felbomlanak. Tehát az a tény, hogy még mindig vannak periódusos üstökösök, arra mutat, hogy valahonnan pótlódnak. Annak eldöntésére, hol van az üstökösök forrása, *Oort* megvizsgálta, hogyan oszlanak el a jól meghatározott pályájú üstökösök nagytengelyei. Az üstökösök mintegy 80%-ának a keringési ideje hosszabb 100 évnél, ezek kétharmadának félnagy tengelye nagyobb 2000 csillagászati egységnél, egyharmadánál pedig nagyobb mint 40.000 cs. e. A mellékelt ábrán nem magának a félnagy tengely szerinti, hanem annak reciproka szerinti elosztás van feltüntetve, mégpedig azokra az üstökösökre, amelyek félnagy tengelye nagyobb 2500 cs. e-nél. Itt annak a pályának félnagy tengelyét kell érteni, amelyet az üstökös a bolygók közé való bejövetele előtt írt le. A bolygók, különösen Jupiter, a pályákat lényegesen megváltoztatják. *Woerkom* kiszámította, hogy Jupiter az üstökösök 1/a-jában egyszeri bolygók közti áthaladás alkalmával átlagban 0.0005 változást idéz elő.

Az üstökösök 1/a-szerinti eloszlása rendkívüli érdekes. Az ábrából láthatjuk, hogy az üstökösök túlnyomó része messzebből jön, mint 30.000 cs. e., a legtöbbjük pedig kb. 100.000 cs. e. távolsághól. Az a körülmény pedig, hogy az eloszlásban ilyen éles maximum van, azt mutatja, hogy ezeknek a távolról jött üstökösöknek legalább is a túlnyomó része azelőtt nem ment át a bolygók terén. Mert ha átment volna, egyedül a Jupiter perturbációja megszüntette volna ezt az éles maximumot, amelynek szélessége még harmincadrésze sem a Jupiternek az 1/a-ban okozott perturbációjának.

Az üstökösök forrása tehát valahol 30.000 cs. e.-nél is nagyobb távolságban van. Amint a Nap közelében a Jupiter változtatja meg az üstökösök pályáját, ebben a nagy távolságban a szomszédos csillagok

* A régebbi elméletekről l. Balázs Júlia: Az üstökösök eredete c. eikkét a Természettud. Társulat 1939. évre szóló Évkönyvében.

hatása érvényesül erősen. Minthogy a csillagok eloszlását és mozgását ismerjük, meg tudjuk becsülni ezt a hatást. A számítások szerint azoknak az üstökösöknek, amelyek pályája 100.000 cs. e.-nél nagyobb távolságra terjed, túlnyomórésze végleg elhagyja a Naprendszeret. A közelebbi üstökösök sebességeloszlását a csillagok teljesen izotróppá igyekeznek alakítani. Ennek következtében a távolról jövő „új” üstökösök pályájában semmi vonatkozás nem várható az ekliptikával. Ter-



38. ábra. Az üstökösök $1/a$ -szerinti eloszlása.

mészetesen ezek közül csak kis töredék jut a mi közelünkbe, de az észlelt üstökösök számából meg lehet becsülni, hogy az üstökösök távoli övében kb. százmilliárd üstökösnek kell lenni, amelyek össz-tömege a Föld tömegének kb. tizedrészét teszi ki.

A bolygórendszerbe bejövő új üstökösöknek kb. a felét a bolygók perturbációja hiperbola pályára kényszeríti és így kilöki a Naprendszerből. A többiek lassanként kisebb pályákat kezdenek leírni, amelyek pedig közel jut a Jupiterhez, bekerülhet a Jupiter-családba. Ha az üstökösök állandó jellegű égítetek lennének, az $1/a$ eloszlási-görbéje ezeknek a pályaatalakulásoknak következtében, mint *Woerkom* kimutatta, vízszintes egyenes lenne. Az ábrán látható tényleges eloszlás viszont összhangban áll az üstökösök szétoszlására vonatkozó megfigyelésekkel.

Nehézebb kérdés, hogyan keletkezett ez a távoli nagy üstökös-felhő. Az aligha lehetséges, hogy az egyes üstökösök ilyen nagy távolságban alakultak volna ki. Mert az intersztelláris anyagok sűrűsége ott aligha lehet magasabb az átlagosnál. Vizont az átlagos sűrűség mellett a Naprendszer élettartama alatt legfeljebb ezredmilliméter

nagyságrendű részecskék állhattak össze. Így az üstökösök eredetileg csak a bolygókkal együtt és azok terében alakulhattak ki, úgy, ahogyan a *Schmidt*-féle kozmogónia megköveteli. De ezek a kis tomegek nem mozogtak olyan rendezett eloszlású, köralakú pályákon, mint a nagy bolygók. Így nagyon gyakran kerültek a nagy bolygók közelébe és ezek perturbációja következtében kikerültek a távolabbi régiókba. Némelyik így a szomszédos csillagok hatásövébe került. Ezek hatása éppen ellenkezője a bolygókénak. Ahelyett, hogy tovább távolítanák az üstökösöket a Naptól, vagy megint visszaküldenék őket a bolygókhoz, hogy újabb perturbációkat szenvedjenek, belekényszerítik őket a nagy üstökös-rajba, ahol nyugodtan tudnak tartózkodni több százmillió évig is.

Az üstökösök életét tehát így képzelhetjük el: Az üstökösök ugyanakkor és ugyanazon a helyen fejlődtek ki, mint a nagy bolygók, mint a bolygókat felépítő anyag kis töredékei. Perturbációk következtében hamarosan kikerültek a Naptól távoli régiókba. A szomszédos csillagok hatására itt a Naptól kb. egy fényévnyi távolságban kialakult az üstökösök öve. A csillagok perturbációjára némelyikük időnként visszakerül környezetünkbe, ahol a Nap hatására kifejlődik a kóma és a csóva. Az üstökös lassan szétfoszlik gázzá és meteoritekké, vagy pedig a bolygóperturbációk következtében kidobódik a Naprendszerből.

Detre László

A Nap és földi hatásai

Több évezreddel ezelőtt élt egyiptomi uralkodók sírjaiban talált történelmi leletekből arra következtethetünk, hogy az emberiség egy része már akkor felismerte, vagy legalább megsejtette, hogy Földünkön csaknem minden, így maga az élet is nagymértékben a Napnak Földünkre gyakorolt hatásaitól függ. A Bibliát író későbbi korok emberei kevesebb felvilágosultságot árultak el.

Mindazon vallások hívei, akik a Bibliát szent, tehát mindenestre kétségbevonhatatlan igazságokat tartalmazó könyvnek tekintik, azt tartják, hogy a Bibliában foglaltakat valamilyen felsőbbrendű szellem sugalta. Ez a szellem mozgatná és kormányozná az egész Világmindenséget és abban minden életet. Ha ez a nézet helyes volna, úgy nem lehetne a Bibliában a Nap és Földdel kapcsolatban sem semmiféle tévedés. Hogy pedig ilyen akad, azt elég régóta minden művelt ember tudja, sőt ezt sok tény félremagyarázhatatlan súlyánál fogva még a „hívők“ is kénytelenek elismerni. A bibliai tanítás a világ teremtéséről legalább annyira nevetséges valaminek tűnik fel előttünk, mint pl. Alexej Tolsztoj egyik regényfigurájaként szereplő filozófus bölcselkedése arról, hogy miért hasznosabb égítést a Hold a Napnál. A Nap ugyanis csak nappal világít, mikor szerinte úgyis világos van, míg a Hold az éjjeli sötétségbe burkolt Földet világítja meg.

Az emberiség Földünk legtöbb kultúrált vidékén már a Biblia keletkezésének ideje előtt annyit mindenesetre tudott, hogy a nappali világosság, ellentétben a Bibliával, a Naptól ered, úgyszintén Földünk felmelegedése vagy legalább is ennek lényeges része. Azóta az ember biztonsággal meggyőződhetett afelől, hogy Földünkön minden hasznosítható energia talán az egyetlen atommag-energia kivételével és általában is minden energia, ami Földünkön a növényi és állati életet táplálja, végsőfokon a Napból származik. Ez áll az életjelenségeket nem mutató földi anyagok mozgásának energiájára, így pl. a levegő és nagyrészt a tengerek mozgására is.

De Napunk számos igen lényeges és mindennapi életünkben gyakorlatilag fontos, különféle olyan elváltozásokat is okozhat Földünkön, amely behatásokra teljes biztonsággal csupán az utóbbi két évtized tudományos kutatásaiból következtethetünk. Igen sok összefüggésnek ma még csak első nyomait sikerült felfedezni, mivel a Nap

komolyabb, beható fizikai vizsgálatát lehetővé tevő fontos műszerek eléggé újkeletűek. Annyit azonban a tudomány már régebben is biztossággal megállapíthatott, hogy az itt-ott sokszor még manapság is közszájon keringő Nappal kapcsolatos mende-mondáknak, például az olyanoknak, amely szerint a háborúkat a Napon fel-feltűnő foltok okoznák, nincs semmiféle tudományos alapjuk. Az ilyen állítások céltudatosan vagy merő tudatlanságból arra volnának hivatottak, hogy ál-materialista indokokkal kíséreljék meg bizonyos állam, illetve államcsoportok kapitalista társadalmi osztályairól a háborúkért való felelősséget elhárítani. Felületes megítéléssel: sokszor tudományos színvonalú mezbe öltöztetett érvekkel látszanak alátámasztottnak az eféle valótlanágok.

Az újabb időkben rohamlépteknek beillő ütemben közelíti meg a haladó tudomány lépésről-lépésre a Nap-Földdel kapcsolatos problémák megoldását is. Közben állandóan új döntő csapásokat mér a halódó társadalmi osztályok által élesztgetni megkísérelt misztikus régi babonákra és idealista természetfilozófiai felfogásokra.

De mit tudhatunk meg a Napról, hogyan is mutatják műszereink a Napot? Községes távcsővel, ha természetesen megfelelő letompított fényben vagy ernyőre kivetítve nézzük, rendszerint kisebb-nagyobb sötétnek mutató foltokat láthatunk rajta. A nagyobb foltok már szabadszemmel is észrevehetők, ha megfelelő sötétségű üvegen át nézzük, vagy ha a lenyugvó, már nem oly fényes napkorongba tekintünk. Az alacsonyan álló Napba azért nézhetünk bele szabadszemmel is, mert ilyenkor fénye sokkal hosszabb légoszlopon át jut el szemünkig és a napsugarak a nagy úton, melyet Földünk légkörében ilyenkor megtenni kényszerülnek, kellőleg legyöngülnek. Pontosabban szólva a napsugarak tekintélyes része szétszóródik, vagyis eltérül különböző irányokba. Ennek a légkörünkben szétszóródott napsugaraknak a fényében látunk például az árnyékban is nappal. Ha a Földnek nem volna légköre, úgy árnyékban nappal tökéletes koromsötétség lenne.

Visszatérve a távcsőben közvetlenül látható napképhez: a follok, mint legszembeszökőbb jelenség mellett, ha tiszta és nyugodt a levegő, még más figyelemreméltó részleteket is észrevehetünk. A Nap nem egyenletesen fényes. Először is a szélei felé fokozatosan halványabb. Ez annak a következménye, hogy a Nap gáz halmazállapotú gömb. Másodszor: a halványabb széleken, főleg a foltok körül vagy legalább is azokon a részeken, ahol szoktak foltok lenni, csaknem mindig fényesebb részeket pillanthatunk meg. Ezeket igen rossz szóhasználatnál napfáklyáknak nevezzük. Harmadszor: alkalmas távcsővel, ha a nagyítás a kép minőségének rovása nélkül megfelelően fokozható, ritkán előfordul egész kitűnő légköri viszonyok mellett észrevehető az is, hogy a napfelület szemcsésen egyenlőtlen fényességű, fehér-

fekete mozaik szerkezetű. A napfelület ezen szerkezete igen gyorsan változik, néhány perc elteltével már nem tudjuk fellelni a megelőzőleg látott egyes szemcséket: eltűnnek és helyettük újak keletkeznek. A napfoltok és fáklyák is állandóan változnak, eltűnnek és újak keletkeznek, de ezen változások folyamata már sokkal lassúbb. Lehet észlelni egész rövid életű kis napfoltokat is, amelyek esetleg egy-két órai élettartam után máris eltűnnek, mégis a foltok zöméről azt mondhatjuk, hogy napokig, sőt hetekig eltart, míg kifejlődnek és néha egy-egy nagyobb, nem ritkán föld-átmérő nagyságot is meghaladó napfolt, illetve több folt, csoportot alkotva, kisebb-nagyobb alakváltozások mellett hónapokig is megmaradhat.

A Nap foltokkal borított területének nagysága, valamint a foltok elhelyezkedése a napfelületen is állandóan változik. Néha huzamosabb ideig egyetlen folt sincs, míg előfordulhat, hogy 2—3, sőt 4 évig egyfolytában csaknem szünet nélkül igen sok napfolt látható. Ez volt a helyzet éppen az elmúlt években, 1947—1951 között. A több, mint két évszázad óta felgyülemlett sok statisztikai adat szerint a napfoltok gyakorisága és a napfelületen való eloszlása nagyjából 11 éves szakaszossággal ingadozik.

A kutatások eredményeiből ma már tudjuk, hogy a Napnak az a rétege, amelyet szabadszemmel, vagy távcsőben közvetlenül láthatunk, alig vastagabb, mint 100 kilométer. A foltok is ebben a vékony rétegben vannak és általában az eddig mondottak mind erre a rétegre vonatkoznak. A föld felszínéig eljutó napfénynek legalább 99%-a közvetlenül szintén onnan ered. A Föld átmérőjénél több, mint százszor nagyobb átmérőjű Nap ezen vékony réteget nevezhetjük a Nap felületének. Ennél mélyebbre műszereinkkel nem láthatunk bele a Napba. Gyakorlati szempontból ez nem nagy kár, mivel valószínűleg mélyebbről, közvetlenül úgy sem jut semmiféle sugárzás hozzánk. Annál nagyobb fontossága van azonban a napfelület fölött elterülő rétegek vizsgálatának. Ezeket a rétegeket röviden a Nap légkörének is szokás nevezni.

Már régóta ismeretes, hogy Napunkat kiterjedt légkör övezi körül. Teljes napfogyatkozáskor, amikor a Hold korongja teljesen eltakarja a Nap felületét, a nap-, illetve holdkorong szélén közvetlenül, szabadszemmel figyelhetjük meg a Nap külső rétegeit. Az igen keskeny színes kromoszférát, széles övben veszi körül a sokszor több napátmérő távolságig látszó, sugaras szerkezetet keltő, kifelé csökkenő fényű, kékesfehér fényben tündöklő napkorona. A kromoszférából a belső koronába benyulva láthatjuk a vörös lángnyelvekhez hasonlítható képződményeket, a protuberanciákat.

Régebben azt mondták: a csillagászok olyankor látják legjobban a Napot, ha a Hold teljesen eltakarja szemképrázta fényét. Talán még negyedszázaddal ezelőtt is nagy mértékben igaz volt ez az ellent-

mondásnak tűnő megállapítás. Azóta azonban újfajta műszerekkel kiküszöbölhetjük a Nap zavaró fényözönét és így a Nap halványabb külső rétegeit vagy más szóval légkörének különböző jelenségeit folyamatosan megfigyelhetjük. Igen nagyjelentőségűek ezek az új műszerek, mert velük a Napon végbemenő olyan eseményeket szemlélhetünk közvetlenül, amelyeknek ma még kéllőleg nem is ismert és fontosságuk szempontjából talán teljesen nem is értékelhető földi hatásai vannak.

Első pillanatra bárkinek az juthat az eszébe, hogy talán nem is a Nap, hanem a Hold légkörét látjuk teljes napfogyatkozáskor a napsugaraktól megfelelően átvilágítva. Vajjon miért nem láthatók ezek a jelenségek egyszerűen akkor is, ha a Hold helyett más, valamivel mesterségesen takarjuk el a napkorongot. Rögtön előrebocsáthatjuk, hogy a Holdnak légköre nincsen és a leírt látvány tényleg a Nap légkörétől ered és hogy valóban lehet a Hold nélkül elég jó mesterséges napfogyatkozást előállítani a korona fényesebb részeinek és a protuberanciák megfigyeléséhez. Csak a dolog nem volt korántsem olyan egyszerű. Ezt legjobban talán éppen az bizonyítja, hogy 1931-ben sikerült csak az erre alkalmas műszert megszerkeszteni. Annak ellenére, hogy a napkorona a legtöbbször sok napátmérő távolságig kinyúlik, a nagy nehézséget az okozza, hogy fénye igen-igen gyenge. Félmilliószor halványabb a Nap felületénél. De nemcsak a napfelülethez viszonyítva jelentéktelen a korona fénye, hanem még a földi légkörben és magában a távcsőben szétszóródó és az egyenes vonalú terjedéstől elhajló napsugarak által megvilágított levegőnk fényességéhez képest is nagyon csekély. Hiába kísérelnénk meg akár a legérzékenyebb fénymérő műszerrel is a napkorona fényét a napkorong egyszerű eltakarása segítségével kimutatni.

Tehát, ha közönségesen vizsgáljuk távcsővel a Nap szélét, és ha egy koronggal a leggondosabban el is fedjük magát a vakító fényességű napfelületet, a korona, de még egyetlen nálánál sokkalta fényesebb protuberancia, vagy a koronánál ugyancsak jóval fényesebb kromoszféra sem válhatik ilymódon észrevehetővé. Szerencsére sikerült már régen, 1931 előtt is olyan különleges műszereket szerkeszteni, amelyek segítségével a Nap ezen rétegei napfogyatkozás nélkül is láthatóvá és fényképezhetővé tehetők. A protuberanciákat így már 1869 óta rendszeresen észlelik. Az újabb műszerek azonban lényegesen megjavították a mai megfigyelések értékét. A protuberanciák régebbi megfigyelési módszere azonban elvileg azonos több másfélé igen lényeges naplégköri jelenség mai észlelésének elvével. Ezért elengedhetetlen, hogy ezt röviden ismertessük.

A módszer azon alapszik, hogy míg a napfelület fénve mindenféle színű és végtelen sok színárnyalatú fénysugarak keverékéből áll, addig a protuberanciák csupán meghatározott és kevés számú

színárnyalatot tartalmazó fénysugarakat sugároznak. Legerősebben egy élénkpiros árnyalatú fényt sugároznak szét a protuberanciák. Ez az oka annak, hogy napfogyatkozásor, szabadszemmel szemlélve vörösöknek látszanak. A piros fény egyébként a protuberanciák anyagában lévő hidrogéngáztól származik. Mivel a napfelület mindenféle színű fénysugarakat sugároz, így kibocsát hidrogén-piros árnyalatú fénysugarakat is és a napfelület fénye által világítótá váló földi légkör fényében ugyancsak meglesznek ezek a színű fénysugarak. Csakhogy szerencsére a protuberanciából eredő hidrogén-vörös fény erősebb, mint a levegőnkben szétszóródott hidrogén-vörös fény. Tehát, ha távcsövünket egy, a napperemen lévő protuberanciára irányítjuk, de a távcsövön egy olyan különleges színszűrőberendezést (spektrohélioszkópot, polarizációs monokromátort) alkalmazunk, amely csak a hidrogén-vörös színű fényt engedi át, úgy ezen vörös szín fényében a protuberanciát látni fogjuk.

A protuberanciákat tehát, habár összfényességük kicsi, azért lehet ezzel a módszerrel megfigyelni, mivel csekély fényük lényegileg mindössze néhány keskeny színtartományra esik. Ugyanezzel a módszerrel láthatóvá tehetjük a protuberanciák zömét magán a napkorongon is, tehát a napfelület fényözönében, úgyszintén a Nap felülete és a korona közötti réteget, a kromoszférát nemcsak a napkorong szélén, hanem magán a napkorong előtt is, kirekesztve az alatta lévő, összehasonlíthatatlanul fényesebb napfelület zavaró hatását. Normálisan, ezen alsóbb réteg fénye a fölötté lévő kromoszférára fényét teljesen elnyomja. A kromoszférát voltaképpen nem teljes egészében látjuk egyszerre, hanem elkülönülten a különböző kromoszférát alkotó gázokat, aszerint, hogy milyen színű, precízebben milyen hullámhosszú fényt használunk a megfigyelésekhez. Így pl. láthatjuk a kromoszférában lévő hidrogén gázfelhőket, sőt nagyjából még a kromoszférán belül is módunkban áll különböző magasságban lévő gázrétegeket külön-külön is megfigyelni. Úgy kell ezt elképzelni, mintha többféle színű átlátszó, apró üveggolyóval telirakott üvegcádat alulról megvilágítanánk és speciális szemüvegen keresztül nézve elérhetnők azt, hogy egy-egy alkalommal, pl. csak a 20—25 cm magasság között fekvő vörösszínű golyókat lássuk és semmi mást, még az üvegcád alatt elhelyezett lámpát sem.

A vázolt módszerrel azonban a korona már nem észlelhető. Hogyan lehetett ezt a gyenge fényt legalább a napkorong szélén mégis megfigyelhetővé tenni napfogyatkozás nélkül? Először is a levegő fényességét a Nap szélén, vagyis a korona helyén a lehetőség szerint oly kicsire kell csökkenteni, amennyire csak lehet. Ezt általában azáltal érhetjük el, hogy megfigyelőhelyül magas hegységet választunk. Pusztán szemnek is feltűnő, hogy derült időben magas hegy-

ségekben vagy repülőgépről az ég feltűnően sötétebb, mint alacsonyan fekvő sík vidékekről nézve. De a levegő fényességének ily módon való csökkentése még távolról sem elegendő a napkorona észleléséhez. Magában a távcsőben is több oknál fogva keletkeznek zavaró fényjelenségek. Másodszor, de nem másodsorban a legfontosabb éppen az, hogy ezeket kiküszöböljük. Az a különleges távcső, amellyel a napkoronát napfogyatkozás nélkül is meg lehet figyelni, olyan szerkezetű, hogy a távcsőbe bekerülő mindenféle zavaró, kóbor fénysugarakat kiszűri. Természetesen emellett magának a napfelületnek képét is le kell takarni. A korona-távcső jelentősége kitűnik azonnal, ha meggondoljuk, hogy ritka jelenség egy-egy napfogyatkozás és közülük még távolról sem mindegyik alkalmas korona-megfigyelésekre. Ha a Hold csupán a Nap egy részét takarja el, vagy másképpen szólva a fogyatkozás csak részleges, akkor már hiába várjuk a korona előtűnését.

A napfogyatkozás tüneménye azáltal keletkezik, hogy a Hold látszólagosan a Nap elébe kerül. Ez nyilván akkor jöhet csak létre, ha a Nap, Hold és Föld ebben a sorrendben, közelítőleg egy egyenesbe jut. A Föld napkörüli és a Hold földkörüli keringése következtében, évente legalább kétszer, de legfeljebb ötször következik be ez a helyzet. Így minden évben minimálisan van két napfogyatkozás. Legtöbbször azonban a Hold mindössze részlegesen takarja el a Napot. Az ilyen részleges napfogyatkozások egyáltalán nem keltenek különös érdekességet és tudományos szempontból is alig van értékük. Fokozott mértékben áll ennek ellenkezője a teljes napfogyatkozásokra. De mikor jön létre teljes napfogyatkozás és miért van az, hogy az emberek csekély százaléka lehet csak szemtanúja élete folyamán ennek a szép látványosságnak?

Földünkről a Nap és Hold korongja merő véletlenségből kb. egyforma nagynak látszik. Aránylag igen egyszerűen, már egy kis távcső segítségével, bárki könnyen megállapíthatja azonban, hogy ezen égitestek látszólagos átmérői határozott szabályossággal ingadoznak. Az átmérőváltozások a Napnál éves, míg a Holdnál nagyjából hónaposan mondható szakaszossággal ismétlődnek meg. Az egyes korongnagyságok ingadozásai természetesen pusztán ezen égitestek Földtől való távolságainak megváltozásait tükrözik vissza. Ha a Hold éppen olyankor kerül a Nap elé, mikor látszólagos átmérője valamivel nagyobb a Napénál, akkor néhány percre egészen eltakarhatja a Hold a Napot. Ez a különleges helyzet minden egyes alkalommal egyszerre, csak a földfelszín keskeny sávjára vonatkozólag jöhet létre és így a napfogyatkozás is teljesnek, mindig csupán kis területésíkről lesz megfigyelhető.

Ha még ma is csak teljes napfogyatkozáskor lehetne korona-megfigyeléseket végezni, úgy a most kezdődött évtizedben, 1951--

1960 között, tehát teljes tíz év alatt legfeljebb 19 perc és 19 másodpercig tudhatna egy-egy észlelő koronamegfigyeléseket végezni. Ezen időközben ugyanis, csak öt olyan teljes napfogyatkozás lesz, amely koronamegfigyelésekre alkalmas. Tulajdonképpen lesz ezen évtizedben még egy hatodik teljes napfogyatkozás is. De ez szárazföldről nem látható majd és csupán a Déli-Csendes-Óceán felett volna észlelhető. A teljes napfogyatkozás helyei voltaképpen azok, ahonnan nézve a Hold teljesen leárnyékolja a Napot, tehát ahova a Hold árnyékkúpja esik. A Föld forgása folytán a Hold árnyéka kedvező esetben átlagosan 150 km-es sávban söpri végig a Föld felületét és ott ahol áthalad, teljes napfogyatkozás figyelhető meg. Ezen sáv közepén a legelőnyösebb észlelni, mert ott tart a fogyatkozás leg-hosszabb ideig. Az 1955-ik év teljes napfogyatkozásának ilyen helyre vonatkozó hossza majdnem eléri a teljes napfogyatkozások maximális időtartamát és a 7 percet is meghaladja. Jelen évtizedünk többi négy teljes napfogyatkozásának ugyanezen időadatai 2.5—3.5 perc közé esnek. Az említett fogyatkozások közül Európában csak egyetlennek, az 1954-es évinek halad át az árnyéksávjá: hazánkat ez is messze elkerüli, de a Szovjetunióból és a Skandináv államokból jól észlelhető lesz.

Ez a rövid felsorolás máris élénken bizonyítja, hogy a korona állandó észlelésére szerkesztett távcső megvalósítása előtt vajmi kevés lehetőség nyílt a Nap legkülső rétegének tanulmányozására. Mégis már régebben észrevették, hogy a korona alakja és fényessége erősen változik. Még soha nem egyezett meg teljesen két különböző fogyatkozáskor készült napkoronafénykép. Ennek ellenére mégis nagy meglepetést váltott ki az új korona-távcsővel elért első eredmények egyike: az, hogy a koronában napok, sőt néha órák alatt gyors és lényeges változások játszódhatnak le. Különös jelentőségre emelkedtek ezek a megfigyelések akkor, amikor észrevették pl. azt, hogy Földünk mágnességének egyes ingadozásai szorosan összefüggenek a napkorona különleges fényességváltozásaival.

Már önmagában egyedül ez a konkrét adat is élénken rávilágít a napkorona fogyatkozáson kívüli megfigyeléséhez alkotott műszer óriási jelentőségére. De semmivel sem kevésbé fontosak ennél azok az eszközök, amelyek segítségével a kromoszféra és a protuberanciákat lehet észlelni, mind a napkorong szélén, mind magán a napkorongon. Igen fontos a kromoszféra alkotó különböző gázokat egymástól és magassági rétegződésük szerint is elkülönítve vizsgálni, továbbá a kromoszféra felhőszerű, magas hőfokon izzó képződményeinek, valamint a protuberanciáknak sugárzásait és mozgásait közvetlenül mérni. Kiderült, pl. hogy bizonyos kromoszférikus képződmények fényessége néha percek alatt tetemesen megsokszorozódhatik és ilyenkor gyakran előfordul, hogy ezzel a jelenséggel perenyi pon-

rosszággal egyidőben bizonyos hullámhosszakon teljesen meghiusul a rádiózás. Emellett egyébként számos más napbefolyás zavarja Földünkön a rádiók adás-vételi viszonyait. A Napnak a rádiózásra gyakorolt jó-rossz kihatásait egyébként nagy vonalakban aránylag már elég jól sikerült az utóbbi évek folyamán tisztázni.

Az eddig említetteken kívül még több másféle napjelenségnek ismerjük földi hatásait. Igen sok összefüggésnek azonban ma még csak az első nyomait sikerült felfedezni.

A legszembeszökőbbként a Nap földi hatásait illetőleg az tűnik fel, hogy az évszakok, tavasz, nyár, ősz, tél váltakozása, a nappalok hosszával, a Napnak az égbolton való látszólagos járásával, a Nap delelési magasságainak különbözőségeivel áll kapcsolatban. Mindezen változások oka azonban nem maga a Nap, hanem pusztán a Föld napkörüli évi keringésének következménye; mivel a Föld forgástengelyének iránya egy év folyamán szigorúan változatlannak tekinthető és ezen tengely, amely körül a Föld a Naphoz képest naponta egyszer megfordul, nem merőleges arra a síkra amelyben a Föld napkörüli évi mozgása végbemegy. Ezért a földfelület bármely részét az év folyamán napról-napra más vastagságú napsugár-nyaláb éri. A változó besugárzás eredményezi azután az évszakok keletkezését.

Tapasztalati adatokból tudjuk, hogy voltak Földünkön az elmúlt év-százazredek folyamán többször is jégkorszakok, mikor bizonyos ideig vastag jégtakaró borított olyan vidékeket, ahol ma virágzó növényvilággal népes a földfelszín. De a jégkorszakokat sem a Nap idézte elő, hanem Földünkhöz hasonlóan a Nap körül keringő más égitesteknek a Földre gyakorolt vonzásával lehet magyarázni, amely szerint ezen égitestek a Földnek Naphoz viszonyított helyzetét változtatták el és ezáltal érte időnként évezredeknek keresztül a mainál kevesebb sugárzás a Föld egyes helyeit.

Magától érthetően itt rögtön felvetődhet a kérdés, hogy vajjon a Nap állandóan egyformán sugárzik-e és nem merülhet-e fel az a gyanu, hogy esetleg a napsugárzás ingadozása is közrejátszott a jégkorszakok keletkezésében. Hiszen a Nap foltokkal borított területének nagysága, valamint a foltok elhelyezkedése a Nap felületén szüntelenül változik. Önmagukban ezek a ma már jól ismert tények régóta kézenfekvővé tették a kérdés felvetését: ingadozhatik-e a Nap sugárzása. Évtizedek óta igen gondos méréseket végeznek a Föld több különlegesen alkalmas légköri viszonyokat mutató magas hegységeiben, hogy kimutatható legyen mi módon függ össze a napfoltok gyakoriságával a Nap össz sugárzásának ingadozása. Az eddigi eredmények szerint ezek a változások annyira csekélyek és olyan jelentéktelenek, hogy aligha lehetnek bármi kihatással is a Föld éghajlati viszonyaira. Hasonlattal élve éppen úgy figyelmenkívül hagyhatók, mint ahogyan nem számít az sem, ha pl. 10 liter forrásban lévő vízbe

egy cseppnyi hidegvíz cseppen. Mindenesetre a földi jégkorszakoknak az efféle napsugárzásingadozáshoz semmi közük sincsen.

Mai tudásunk szerint a Nap a jégkorszakok korában is gyakorlatilag véve, átlagosan éppen úgy sugárzott mint ma, sőt az elkövetkezendő év-százezredek folyamán sem fog gyöngülni sugárzása. Hidrogéngáznak, héliumgázzá való lassú átalakulása és közben a hidrogén atomok tömegeiből feleslegként fennmaradó parányi hidrogéntömeg-szilánkoknak sugárzássá való átalakulása táplálja és biztosítja a Nap folyamatos energiakisugárzását. De vajjon a Nap hidrogéntartalma meddig volna elegendő, hogy ezen atomenergia felszabadulási folyamat révén jelenlegi sugárzását fenntarthassa? Elegendő, ha erre azzal a hozzávetőleges, de nagyságrendileg mindenképpen helytálló adattal felelünk, hogy a Nap hidrogéntartalmának már mindössze egy százaléka, kb. 1 milliárd évre elegendő volna, hogy szét-sugárzódó energiavesztését fedezze.

A Nap átlagos összsugárzása gyakorlatilag tehát állandónak tekinthető. Ez nem jelenti azonban azt, mintha külső rétegeinek egyes helyein, átmenetileg, időről-időre, bizonyos sugárzások fel ne fokozódhatnának és még hozzá gyakran egészen erős mértékben. Érdekes, hogy a napfoltok gyakoriságának maximumai idején, tehát olyankor, mikor különösen sok folt észlelhető a szabadszemmel, illetve a távcsőben közvetlenül látható napfelületen, éppen akkor bocsátanak ki leggyakrabban a Nap külső burkai különféle sugárzástöbbleteket. Már szabadszemmel bárki meggyőződhetne affelől, hogy a Nap felsőbb rétegei tényleg hevesen változnak, ha módjában lenne minden embernek, hogy élete folyamán végignézzen néhány, vagy legalább egyetlen teljes napfogyatkozást, amely jelenség egyébként kétségtelenül a legnagyobb természetnyújtotta látványosságok egyike.

A Nap külső rétegei mindenesetre már pusztá szemléletre is sokkal nagyobb változatosságot, mozgalmasabb életet árulnak el, mint a bármikor közvetlenül látható napfelület. Tehát a Nap felső rétegei sugárzásingadozásának is jóval nagyobb mértékűnek kell lennie, mint a legalsó, még megfigyelhető rétegének, amely réteget egyszerűen a Nap felületeként emlegetünk. Már az említett példák mutatják, hogy számottevő hatásai lehetnek Földünkön a külső naprétegek sugáringadozásának annak ellenére, hogy szemünkkel felfogható sugárzásaik csupán igen gyenge fényűek. Az a tény, hogy a naplégkör szemünkkel érzékelhető fénye halvány, egyáltalán nem jelenti azt, hogy más, láthatatlan sugárzásai is azok volnának. Ez a kis megjegyzésünk talán ismétellen rávilágít a napkorona állandó megfigyelésére alkalmas távcső, valamint a naplégkör egyéb részeinek megfigyelésére szolgáló műszerek feltalálásának nagy jelentőségére.

A fénysugaraknak csak igen keskeny skálája az, amit az emberi szem és a fényképlemez érzékelni tud. Ha eddig sugárzásokról beszél-

tünk, azalatt mindig csak ezekre, vagy a hozzájuk közvetlenül folyamatosan csatlakoztatható ibolyaszínű fényen „túli”, illetve vörösön „innen” (rövidebb és hosszabb hullámhosszúságú) sugárzásokra gondoltunk. A jól bevált különféle módszerek egybevágó adataiból 6000 fok hőmérsékletűnek megismert napfelület energiakisugárzásának zöme ilyen sugarakból áll. Ezzel szemben a Nap külső, általunk igen halványnak megfigyelhető rétegeiben a hőmérséklet tetemesen nagyobb. Így a korona hőmérséklete nagyságrendileg egymillió fokra tehető. Ez azt jelenti, hogy ezek a rétegek főként a sokkal nagyobb energiájú, de már általunk közvetlenül nem észlelhető sugárzásokat fogják kibocsátani. Már pusztán ebből a néhány megjegyzésből kiviláglik tehát, hogy a szemünkkel gyenge fényűnek észlelhető sugárzások lehetnek energetikusan igen erősek is és így érthető, hogy igenis lehet ezeknek számottevő hatásuk földi légkörünkre.

De a Napból nemcsak látható és láthatatlan fénysugarak sugárzódnak ki és jutnak el Földünkre, hanem sugárzódik szét energia, többek között rádióhullámok és nagysebességű atomokból álló energiakisugárzás formájában is. Az utóbbi évek kutatásainak sikerült mindkét fajta sugárzást teljes biztonsággal kimutatni.

A Napra vonatkozó kutatások eredményeiből felemlíthetjük még a következőket. A tengely körül forgó Nap minden része állandó változásban, szüntelen mozgásban van. A Földünk méreteit meghaladó kiterjedésű gáztömegek mozgásai a protuberanciákban gyakran a másodpercenkénti 100 km-es sebességet is meghaladják. Gyors mozgásairól ma már filmet is készíthetünk. A protuberanciák változásai és mozgásai igen bonyolultak. A protuberanciákat alkotó gázok sokszor oly magasra felszállnak a Nap felülete fölé, hogy olykor el is hagyhatják végleg a Napot. Legtöbbjük azonban szertefoszlik és anyaguk meghatározott röppályákon visszaáramlik a Nap belsőbb rétegeire. A protuberanciák áramlásai különösen valószínűsítik, hogy a Napon lejátszódó mozgásoknál lényeges szerepük van elektromos és mágneses erőknek. Lehetséges, hogy a protuberanciák is okoznak valamilyen hatást Földünkön. Legalább is erre utalnak bizonyos észrevételek a nagyszámú idevonatkozó megfigyelésekkel kapcsolatban.

A napfoltok is árulnak el bizonyos sajátágos mozgásokat, de ezek a protuberanciákéhoz képest általában sokkal lassabban zajlanak le. A zavartalan napfelület mellett csupán azért látszanak a foltok sötétnek, mivel hőmérsékletük mintegy 1000 fokkal alacsonyabb. Ellenkéntben a köztudattal, maguknak a napfoltoknak, a Nap legalacsonyabb hőmérsékletű helyeinek — jelenlegi napfizikai ismereteink szerint — semmiféle közvetlen hatása sincs Földünkre. Igaz, hogy a foltokban erős mágneses tér uralkodik, de ezeknek irányát és nagyságát csak a foltok fényéből állapíthatjuk meg. Ha figyelembe vesszük

a foltok mágnesességére kapott törvényszerűségeket, akkor a foltok már említett és durván 11 évesnek mondható szakaszossága helyett ennek pontosan kétszeresét kell számításba venni. Külön problémakört képeznek a Nappal kapcsolatos azon középértékben 11 vagy talán 22 éves szakaszossággal és statisztikailag nézve nagyjából hasonló módon ismétlődő nagyszabású változások, amelyeket együttesen naptevékenységnek szokás nevezni. A naptevékenység legrégebb óta ismert megnyilvánulása a napfoltok váltakozása. De a napfoltokkal csaknem minden, szinte párhuzamosan változik a Napon. Így többek között már elég jól ismeretesek bizonyos kromoszférikus képződményeknek, a protuberanciák számának és a korona alakjának a napfoltok számával való kapcsolatai. Lassanként bebizonyosodik, hogy a legkülönbözőbb napjelenségek, több-kevesebb mértékben ugyan, de végsőfokon mind egymással összefüggnek.

Gyakorlati szempontból rendkívüli jelentőségű, hogy a naptevékenység, illetve ennek különféle megnyilvánulásai szoros statisztikai kapcsolatba hozhatók különféle földi jelenségekkel. Bizonyos napjelenségek azonban nemcsak átlagos statisztikai összefüggést mutatnak a különféle földi jelenségekkel, hanem igen sokszor, amint erre már említettünk példákat, esetről-esetre félreérthetetlen közvetlen kapcsolat is fennáll. Legjobban megalapozottak eddig, bizonyos geofizikai adatokkal való összefüggések, de már biológiai hatásokat is sikerült valószínűsíteni.

Földünk északi és déli sarkaitól nem nagy távolságnyra lévő vidékek lakói esténként sűrűn gyönyörködhetnek a sarki fény látványosságaiban. A sarki fény erőssége, kiterjedtsége, röviden, mondhatjuk szépsége, erősen függ a naptevékenységtől és egyébként is magát a jelen éget teljes egészében a Naphól származó sugárzás okozza. Ha különösen nagy a naptevékenység, olyankor a sarki fény kivételesen a sarkoktól nagyobb távolságokban, így pl. hazánkban is, láthatóvá válhatik. A földmágnesség és Földünk igen magasan lévő erősen elektromos légkörének fizikai állapota, ugyancsak párhuzamosan változik a naptevékenységgel.

Kétségtelennek látszik ma már az is, hogy az időjárás normális átlagtól való eltéréseinek okait legvégső fokon a Napban kell keresnünk. Egyelőre jelenleg még talán csak annyit merészelhetünk kijelenteni, hogy a nagy naptevékenység éveiben és esetleg az ezt közvetlenül követő évben az időjárás különbözik az átlagostól. Valószínűsíti ezen megjegyzésünket némileg éppen az utóbbi évek szokatlan időjárása. A naptevékenység a napfoltok számából megállapítható mértékkel mérve, 1870 óta nem volt olyan nagy, mint az utóbbi négy évben. Az időjárásunkra közvetlenül mérvadó, alsó légkörünk állapotát jellemző adatok közül a légköri nyomás értékének ingadozása árul el leginkább egyező menetet a naptevékenységgel. A fák évgyű-

rúinek vastagságkülönbségei különösen a Föld bizonyos vidékein, igen szépen tükrözik vissza a naptevékenységet. Már pedig a fák évi növekedése közvetlenül nyilván sokkal inkább függ az időjárást általában jellemző adatoktól, hőmérséklet, csapadék, stb. mint a naptevékenységtől. A szép megegyezést tehát sokkal helyesebb az időjárás és naptevékenység közötti összefüggés meggyőző bizonyítékként értelmezni.

A fák évgyűrűinek felvetett kérdése egyébként jó példa rögtön arra, hogy két mennyiség egyező változásából, még nem szabad elhamarkodottan azonnal ok és okozati kapcsolatokat feltételezni. Sőt tovább menve: a naptevékenység és időjárás között mutatkozó gyenge összefüggésekből sem megengedhető, hogy közvetlen kölcsönhatásokra gondoljunk. Valószínűbb az, hogy a naptevékenység elsődlegesen csupán az igen nagy magasságban elterülő lég rétegeinket befolyásolja és ezen hatások bonyolult folyamatok révén jutnak le az alsó lég rétegekig, amelyeknek állapotváltozásai azután az időjárást ténylegesen meghatározzák.

Műszereink tehát közvetlenül mutatják a Nap felületének, illetve légkörének különböző képződményeit. Ezek mind változnak és mozognak. Keletkeznek, fejlődnek, majd feloszlanak. Egyes jelenségek gyors lezajlásúak, mások lassabban mennek végbe. De a gyors változások mellett gyakoriság, vagy más jellegzetes megnyilvánulásaikban csaknem kivétel nélkül kimutatható egy mintegy 11 éves szakaszossággal ismétlődő lassú változás. Igen valószínű, hogy a közeli jövőben sok földi jelenséggel kapcsolatban lesz kimutatható a Napon lejátszódó ezen változásokkal statisztikailag teljesen párhuzamosan haladó ingadozás. Néhány összefüggés, a geofizika tárgy körébe vágó problémáknál máris elég jól megalapozottnak tekinthető. Több esetben azonban nemcsak statisztikailag érvényes összefüggések vannak, hanem szoros, sőt közvetlen ok és okozati kapcsolat forog fenn egy-egy napjelenség és bizonyos Földünkön végbemenő változás között. Az előadottakból kiviláglik, hogy a Nap fizikai kutatásával foglalkozó tudomány, amely a napjelenségek megfigyelésén túl, többek között ma már a Napon történő bizonyos események előrejelzésével is némi sikerrel próbálkozik, nyilván gyakorlatilag is mennyire fontos problémákat vizsgál. Nem sok idő, remélhetőleg csupán 2—3 évtized választ el mindössze attól, hogy a napfizikai kutatások eredményeit a mindennapi életben döntő fontosságú dolgoknál, így pl. az időjárás előrejelzésénél közvetlenül napról-napra hasznosíthassuk.

Mindezek mellett a napfizikai megfigyeléseknek egészen különleges helye és jelentősége van a csillagászati tudományban. A csillagok, vagy ahogy régebbi szóhasználattal még ma is néha mondják: állócsillagok közül Napunk az egyetlen, amelyet távcsővel nagyítva szemlélhetünk. A bolygók, holdak, üstökösök és ködök egy részét

lehet ugyan szintén felnagyítva látni, de a csillagok közül a Nap kivételével egyetlen egyet sem, sőt majdnem bizonyos, hogy akár-mennyire is fogják még a csillagászati távcsöveket tökéletesíteni, a csillagokat, esetleg néhány kivételt nem számítva, szinte elképzelhetetlen óriási távolságuk miatt mindég csak pontszerű fényforrásnak fogjuk észlelhetni. Míg a csillagokról tehát mindent, de mindent csupán kicsiny erősebb vagy gyengébben fénylő pontnak mutatkozó képük révén tudhatunk meg, addig a Napot már egész kis távcsővel is jóformán tetszésszerint felnagyítva észlelhetjük. Félreértések elkerülése végett talán nem hiába való, ha megemlíttjük, hogy meg ne tévesszen senkit az a körülmény, hogy a fényesebb csillagok, különösen, ha a levegő nyugtalan, távcsőben, közvetlenül megtekintve, de méginkább a fényképfelvételeken többé-kevésbé korongszerűnek látszanak. Valószínűleg nagy csalódást keltünk sokakban, ha megmondjuk, hogy ezeknek a tetszetős szép csillagképeknek semmi közük sincs a csillag valódi alakjához. A korongszerű kép egyrészt magában a távcsőben keletkezik és az okát a fizikából jólismert fényelhajlás jelenség idézi elő, másrészt Földünk légköre okozza azt, hogy az állócsillagok képe nem teljesen pontszerű. A fényképfelvételeket tetézi még egy fotográfiai zavaró hatás is, ami abban áll, hogy nagy fény behatásra nemcsak a fény által közvetlenül ért fényérzékeny anyag feketedik meg, hanem a hatás kicsit tovább is terjedhet.

Tehát míg a Nap felületének és légkörének különböző részleteit külön-külön tanulmányozhatjuk, addig a többi csillagoknál tulajdonképpen csak a csillag legkülönbözőbb részeiből jövő fényugarak keverékét együttesen, egyszerre figyelhetjük meg. Hogy teljesen pontosak legyünk, hozzá kell tennünk még azt, hogy Napunkon kívül sikerült még egy-két állócsillag esetében is elkülönítve észteni a csillag alsó légkörét a csillag „felületétől”. Ezek a megfigyelések különös fontosságúak. De itt sincs arról szó, mintha az alsó légkörnek különböző részeit és így pl. az ottani gáz-áramlásokat megfigyelhetnők, mint az a Napnál lehetséges, hanem csak azt tehetjük meg, hogy amikor egy másik csillag, a csillag „felületét” eltakarja, úgy egyidejűleg elkülönülten figyelhetjük meg az alsó légkörből jövő fénykeveréket. Az imént mondottakból esetleg úgy tűnik ki, mintha csak a Napot lehetne alaposan megismerni, de a többi csillagokról vajmi keveset fogunk valaha is megtudhatni. Ha van is ebben némi igazság, a helyzet mégsem olyan reménytelen és ez újból a napfizikai észlelések fontosságára utal, mert éppen a Nap alapos kikutatása nyújthatja a legnagyobb segítséget a többi csillagok megismeréséhez is. Az utóbbi évtizedek csillagstatisztikai vizsgálatai ugyanis arra, a világnézeti szempontból is nagyhorderejű eredményre vezettek, hogy Napunk egyáltalán nem tekinthető különlegességgnek a csillagok világa-

ban, hanem sokkal inkább egész közönséges átlag-csillagnak számít. A csillagok zöme Napunkhoz igen hasonlóknak mondható.

Régebben, sőt még ma is sokszor hangoztatják, hogy Copernicus tanítása Földünknek a többi bolygókkal együttes és teljesen hasonló napkörüli keringéséről rámutatott Földünknek a Világmindenségben való jelentéktelenségére. De ez az újabb felismerés, hogy Napunk egy közönséges átlag-csillag, sokkal inkább tette ezt. Az ó-, sőt középkor embere általában még Földünket hitte a Világ közepének és magát a Földet és a rajta élő embert egyedülálló különlegességek tekintette. A csillagászat kétségbevonhatatlanul kimutatta, hogy ez a felfogás hiú ábrándkép volt. A tudományok megtanítottak arra, hogy az egész Világmindenség kivétel nélkül mindenütt ugyanazon alapanyagokból épült fel, mint egész Földünk, beleértve magát a rajta élő embert is. Az anyag mozgása, változása, átalakulása, egyszóval élete is ugyanazon természeti törvények szerint játszódik le a Világmindenség bármely táján, mint ahogy a Földünkön végbemegy.

Több ó-kori nép, köztük az egyiptomi, istenként, valamilyen felsőbbrendű szellemként imádta a Napot. A ma embere igyekszik jól megismerni, hogy a jövő embere pontosan előreszámíthassa és hasznosíthassa kedvező, közömbösíthesse káros földi hatásait.

Dezső Loránt

A pontos idő meghatározása rádió időjelek segítségével

A csillagászati órák ellenőrzése rádióidőjelek segítségével történik. Ezeket az időjeleket különböző csillagvizsgáló intézetek adják és ellenőrzik az adóállomás közelében levő vevőberendezések segítségével. Az időjeleket szolgáltató állomások, nemzetközi megegyezés alapján, úgy helyezkednek el, hogy lehetőség szerint egymástól egyforma távolságra az egész földet egyenletesen befödjék.

Az időjeleket különleges kronométerek segítségével adják, rendszerint az obszervatórium legpontosabban járó órájáról. Az adások hibáját csillagászati időmeghatározások alapján adják meg, hasonlóan csillagászati megfigyelések segítségével ellenőrzik az időjelek alapját szolgáltató órát is.

Geofizikai szempontból az időszolgáltatásnak fontossága abban van, hogy segítségükkel a Föld forgástengelyének ingadozására lehet következtetnünk. Valamely obszervatórium időjeleit ugyanis ellenőrizve nagyobb távolságba végzett vételek alapján azt találtuk, hogy az adások a javítások figyelembe vétele után sem egyezik a vétel helyén végzett csillagászati megfigyelések alapján számított idővel. Más obszervatórium adásai más és más eltéréseket adnak. Az eltérések azonban szisztematikus menetet mutatnak az adóállomások földrajzi hosszúságával. E szisztematikus eltérések alapján következtetni lehet a Föld forgástengelyének ingadozásaira.

A Föld forgástengelyének ingadozásából származó eltérések azonban alig haladják meg a század másodperceket, így sem a szokásos csillagászati megfigyelésekben sem a gyakorlati életben jelentőségük nincs. A gyakorlati élet számára (közlekedés, hajózás, stb) a csillagvizsgáló intézetek külön időjeltípusokat szolgáltatnak, melyeknek vétele egyszerűbb, nem szükséges hozzájuk másodperc ingával működő csillagászati óra.

Az egyes csillagvizsgálók által rendszeresített két típusú időjel a következő:

1. gyakorlati (automatikus, ONOGO) időjelek,
2. tudományos (ritmikus, koincidencia) időjelek.

Mind a két időjeltípus a Morse-jelekhez hasonló sípjelekből áll.

A gyakorlati időjelekben minden tizedik másodpercben adnak le egy rövid, $1/10$ másodpercig tartó jelzést két percen át. Az első percben minden jelzés előtt egy másodpercig tartó hosszú jelet adnak, a második percben pedig két ugyanilyen hosszú jelzést. Az egész percek kezdetét külön jelzik. Egyes obszervatóriumok három hosszú jelet adnak le, mások viszont hat rövidet.

A gyakorlati időjelek adásának sémáját a 39. ábra mutatja. A két percig tartó időjel előtt különböző felhívó jelzések vannak.



39. ábra. A szovjet időjelző szolgálat gyakorlati időjelei, melyet Moszkvából rövidhullámon adnak le naponla nyolcszor (átlag kétóránként) a tudományos időjelek előtt. A függőleges skála (jobboldalon) az adások idejének perceit a vízszintes skála a másodperceket jelzi. Az időjeleket megelőzően kb. 10 percig különböző hívójeleket adnak, melyek a vevőkészülék beállítására szolgálnak.

A legtöbb csillagvizsgáló a gyakorlati időjelek adása után (rendszerint egy perc szünet után) tudományos időjeleket ad. A tudományos időjel minden adásban egységesen öt percig tart és percenként 61 tizedmásodperces jelzésből áll. Az egészpercek kezdetét 0^s , 5-os jelzéssel adják meg.

Az óránk, akármilyen gondosan is kezeljük az időjelekhez képest mindig sietni vagy késni fog. Az eltérést időjel és az óránk mutatta idő között az óra állásának nevezzük. Az óra állása pontosabban azt a javítást jelenti, amelyet az óránk idejéhez hozzá kell adnunk (vagy levonni), hogy a jel szerinti időt megkapjuk. Ha az állást le kell vonnunk (vagyis, ha az óra siet) úgy negatív jellel írjuk.

Ha az óránk teljesen pontosan járna, úgy minden időjel összesen az óra mutatta idő megfelelő pontjával. Így pl. a gyakorlati időjelnél a 10-es mp-re eső jelzése rádiókon keresztül akkor jönne, midőn az óránk a 9-es másodpercről a 10-re ugrik. Több másodperces eltérést a számlapon egyszerűen leolvashatunk és a tizedeket megbecsülhetjük.

A tudományos időjelek segítségével az óráinkat különösebb segédberendezések nélkül századmásodperc pontosságra ellenőrizhetjük. Itt az időjelek vétele hasonlít a tolómérce noniuszának működéséhez.

Tegyük fel, hogy az egészpercet jelző hosszú jel összeesik azzal a pillanattal, midőn óránk másodperc mutatója az 59-es másodpercről a 60-ra ugrik. A következő másodpercben azonban a jel már hamarabbi fog jönni $1/61 = 0.016$ másodperccel. A következő másodpercben már ennek kétszeresével $2/61$ másodperccel. Ha viszont az óránk pl. $18/61 = 0.295$ másodpercet siet, úgy nyilvánvaló, hogy a 18 másodpercben fog az óra ketyegése az időjellel összeesni (koincidálni). Vagy megfordítva, ha azt tapasztaljuk, hogy a 18 másodpercben van összeesés, ebből az következik, hogy az óránk állása 0,295 másodperc (közelítőleg 0,30).

Hasonlóan állapíthatjuk meg az óra állását akkor, ha késik. Ekkor azonban a másodperceket a 0-tól visszafelé kell számítanunk.

Példa. 1. Az egész perc jelzése azt mutatta, hogy az óra állása $2^s,4$ körül van. A koincidencia a számlap 38 mp pontján volt az óra állása, tehát $2^s + 24/61^s = +2^s,393$ (tehát az óra $2^s,34$ -et késik). 2. Az óra siet és állása $-0^s,6$ körül van a koincidencia 37 mp-re esik. A pontos állása tehát $-0^s,606$ (37/61).

Kiegészítésül még az alábbiakban közöljük, a fontosabb adóállomások adásainak időpontjait és hullámhosszait:

I. Állomások és az adások ideje (középeurópai időben)

| adás ideje | hívójel | állomás helye |
|---------------------------------|------------------|-------------------|
| 01 ^h 01 ^m | RWM3, RWM4, RWM5 | Moszkva |
| 01 01 | DAN3, DAN5, DAN | Hamburg |
| 03 01 | RWM2, RWM3, RWM4 | Moszkva |
| 05 01 | RWM1, RWM2, RWM3 | Moszkva |
| 07 01 | RWM1, RWM2 | Moszkva |
| 09 01 | TMA3 | Pontoise (Párizs) |
| 10 31 | TMA3 | Pontoise (Párizs) |
| 11 01 | GIA, GKU3, GIC | Rugby (Greenwich) |
| 13 01 | RWM1, RWM2 | Moszkva |
| 13 01 | DAN1, DAN | Hamburg |
| 15 01 | RWM1, RWM2, RWM3 | Moszkva |
| 17 01 | RWM2, RWM3, RWM4 | Moszkva |
| 19 01 | GKU3, GIC | Rugby (Greenwich) |
| 21 01 | TMD, FYA2 | Pontoise (Párizs) |
| 23 01 | RWM3, RWM4, RWM5 | Moszkva |
| 23 31 | TMD, FYA2 | Pontoise (Párizs) |

Jegyzet: A fenti időpontok a tudományos időjelek adásának kezdetét adják meg. Közvetlen előttük adják a gyakorlati időjeleket. Azokban az időpontokban, amelyekben egyszerre több állomás adása van feltüntetve az évszakok 'szerint váltokozva mindig csak egy adó működik.

II. Az adóállomások hullámhossza

| | | | | |
|-------|---------|---|-------|----|
| DAN | 2290,0m | = | 131 | Kc |
| DAN 1 | 17,54 | = | 17,10 | Mc |
| DAN 3 | 35,97 | = | 8,34 | |
| DAN 5 | 53,31 | = | 5,62 | |
| DHI | 41,15 | = | 7,29 | |
| FYA 2 | 40,38 | = | 7,42 | |
| GIA | 15,27 | = | 19,63 | |
| GIC | 34,72 | = | 8,63 | |
| GKU 3 | 24,09 | = | 12,14 | |
| RWM 1 | 18,72 | = | 16,02 | |
| RWM 2 | 24,47 | = | 12,25 | |
| RWM 3 | 29,85 | = | 10,05 | |
| RWM 4 | 39,01 | = | 7,69 | |
| RWM 5 | 55,76 | = | 5,38 | |
| TMA 3 | 29,96 | = | 10,01 | |
| TMD | 23,34 | = | 12,84 | |

A fenti állomásokon kívül időjeleket adnak még a következő helyekről: Rio-de-Janeiro, Annapolis (Washington), San-Francisco, Monte-Grande (Buenos-Ayres), Taskent, stb. Ezek az adók azonban olyan távol vannak, hogy adásait csak külön erre a célra szerkesztett vevőberendezésekkel lehet venni.

Csada Imre

A változó csillagok megfigyelése

A változó csillagok megfigyelése az a munkaterület, ahol az amatőr csillagászok hathatósan támogathatják a szakcsillagászok kutató munkáját. Megfigyelések már egy egyszerű 6—8-szoros nagyítású prizmás látesővel is végezhetők, a bemutató csillagdákban használatos 15 cm-es reflektorok vagy 8—10 cm-es refraktorok pedig a halványabb változó csillagok észlelésére is alkalmasak, aminek igen komoly tudományos értéke van.

Az 1950. évi Csillagászati Értesítőben megjelent Ziegel—Kukarkin Utasítás a változó csillagok tanulmányozására című cikk foglalkozott a megfigyelés módszereivel és eszközeivel. Nem ismételjük meg az ebben a cikkben ismertetett módszereket, hanem mintegy ennek kiegészítéséül Cseszevics: Mit és hogyan figyeljünk meg az égen című könyvének azokat a részeit kívánjuk ismertetni, melyek a megfigyelések feldolgozásával és kiértékelésével foglalkoznak.

Bevezetésül röviden megemlíjük a változó csillagokra vonatkozó legfontosabb tudnivalókat.

Változó csillagoknak azokat a csillagokat nevezzük, melyeknek fénye az idő folyamán változást mutat. A változás grafikus ábrázolása a fénygörbe. Azokat a változókat, melyeknek fénygörbéje ismétlődő szakaszokat mutat, szabályos változóknak hívjuk. A változó legnagyobb fényességét maximumnak, a legkisebbet minimumnak nevezzük. Az egymásután következő maximumok és minimumok közt eltelt idő a periódus. A maximum és minimum fényrendbeli különbsége az amplitúdó.

A legfőbb változó típusok:

1. Geometriai, vagy földési változók:

Algol típusú változók.

β Lyrae típusú változók.

W Ursae Maioris típusú változók.

2. δ Cephei típusú változók:

Mira változók (periódusuk 90—100 nap).

RR Lyrae változók (periódus 90 perc—21 óra).

δ Cephei csillagok (periódus 3—48 nap).

3. Szabálytalan változók.

Amatőr észlelésre leginkább a hosszúperiódusú, félig szabályos változók alkalmasak. Így az RV Tauri típusú félig szabályos változók és a Mira változók, Óriási számuk és rendkívüli változatosságuk miatt szükséges az amatőr csillagászok közreműködése.

Előkészület a megfigyelésre

Az előkészület feladata a változó csillagok megkeresése és az összehasonlításul szolgáló csillagok kiválasztása.

A legfontosabb változó csillagok jegyzékét megtaláljuk az 1950. évi Csillagászati Értesítőben. A kiválasztott csillagnak jegyezzük fel felkelési és nyugvási idejét, amplitudóját, nagyságrendjét a maximumban és minimumban, a fényváltozás jellegét (milyen típusú, milyen a periódusa).

Ezután megkeressük a változó csillagot a csillagtérképen. Évkönyvünkben is találunk erre alkalmas térképeket. Ha a változó csillag fényes, könnyen megtaláljuk az égen a térkép alapján. Ha szabadszemmel nem látható a változó, akkor kikeresünk a térképen egy fényes csillagot, amelyik szabadszemmel is látható és a megfigyelendő változó csillag közelében van. Ráirányítjuk erre a távcsövet. Azután összehasonlítva környezetét a térképpel fokozatosan átvizsgáljuk a szomszédos területeket, míg csak meg nem állapítjuk a változó azonoságát.

A távcső látómezeje az okulár nagyításától függ. Kisebb nagyítást adó okulárral a látómező nagyobb lesz és könnyebb a változó csillag megkeresése. Túlságosan gyenge okulárt azonban ne használjunk, mert nagy látómező esetén a szomszédos fényesebb csillagok is belekerülnek a távcsőbe és zavarják a megfigyelést. Miután megtaláltuk és azonosítottuk a változót, ajánlatos néhányszor megismételni felkeresését, hogy megtanuljuk a gyors beállítást.

Az összehasonlító csillagok minél közelebb legyenek a változó csillaghoz, hogy egyszerre legyenek a látómezőben a változóval. Az összehasonlító csillagok fénye a lehetőség szerint csak kevésbé térjen el a változótól és kívánatos, hogy megközelítőleg ugyanolyan színű csillagokat válasszunk ki, mint a változó csillag.

A megfigyelési naplóra vonatkozólag az 1950. évi Csillagászati Évkönyv már többször említett cikkében találunk útbaigazítást.

A megfigyelések megkezdése előtt el kell dönteni, hogy milyen időközökben észleljük a változót. Ez a változó csillag típusától és periódusától függ. A hosszú periódusú, szabálytalan, vagy félszabálytalan változók nagyon lassan változtatják a fényüket. Ezeknél elegendő, ha naponta egy megfigyelést végzünk. A hosszúperiódusú változók legtöbbje csak a maximum közelében látható. A maximum előtt 1—2 hónappal kezdjük el az észlelést és a maximum után, mikor a

csillag a láthatóság határáig elhalványodik, megszakítjuk a megfigyeléseket.

Az Algol típusú fődési változókra is elég naponta egy-két megfigyelést végeznünk, de a minimum idejében 5—10 percenként kell sűrűn ismételni a megfigyeléseket. A minimumkor ezek a változók gyorsan változtatják fényüket.

Az RR Lyrae típusú rövidperiódusú Cepheidák periódusa igen kicsi (88 perctől 18 óráig tartó). Ezeknél egy éjjel nagyobb sorozat megfigyelést kell végrehajtanunk. Ha a csillag fényének erősödése megkezdődik, 3—5 percenként kell észlelnünk. Ezeknek a csillagoknak a fénye rendkívül gyorsan erősödik és a maximum sok esetben már egy órán belül bekövetkezik.

Kérdés, hogyan osszuk be a megfigyeléseket abban az esetben, ha a csillag fényváltozásának jellege még ismeretlen. A közzétett felfedezésekben néha megjelölik, hogy a változó valószínűleg melyik típushoz tartozik. Ez támpontot ad a megfigyelési tervhez kidolgozására. Ha a feltevés szerint Algol típusú változóval van dolgunk, úgyszólván óránként kell figyelni a csillagot, hogy kiessük a minimum pillanatát. Sokszor egy-két hónapig is kell türelmesen várakoznunk, míg ez bekövetkezik.

A megfigyelések elsődleges feldolgozása

Az elsődleges feldolgozás a változó fényességének (vagy nagyságrendjének) kiszámításából és a megfigyelési időpont átalakításából áll.

A változó fényességének meghatározása

1. Az Argelander-féle becslési módszer alapján.

Ennél a módszernél az első feladat az összehasonlító csillagok közötti fényességkülönbségek skálafokokban való megállapítása.

Tegyük fel, hogy három összehasonlító csillagunk van: a , b , c . A változó csillagot v -vel jelöljük. (A fényességnek fokozatban való becslésére vonatkozó szabályt megtaláljuk az 1950. évi Csillagászati Értesítő idézett cikkében.)

Tegyük fel, hogy a megfigyelésekből az következik, hogy a 1 fokkal fényesebb v -nél, b pedig 2 fokkal fényesebb, mint v . Ebből az következik, hogy b egy fokkal fényesebb a -nál. Ezt így fejezzük ki: $b - a = 1$. Ezt a $b - a$ különbséget legalább 8—10 megfigyelés alapján meghatározzuk és kiszámítjuk középértékét (a kapott értékeket az előjelek figyelembevételével összeadjuk és az eredményt elosztjuk a tagok számával).

Ugyanúgy v -vel való összehasonlítás után megállapítjuk az $a - c$ különbségek középértékét.

Legyen pl. az eredmény:

$$b - a = -0.5, \quad a - c = 3.6.$$

A skálaértéket úgy kapjuk meg, hogy a leghalványabb értéket kiindulópontnak, 0-nak vesszük. Példánkban legyen c a leghalványabb csillag, a fokozati fényskála tehát a következő lesz:

$$c = 0.0, \quad a = +3.6, \quad b = +3.1$$

Ezt magnitúdóban kell kifejeznünk. A katalógus szerint a és c csillagok nagyságrendje

$$m_a = 2.42, \quad m_c = 2.80.$$

Az a és c csillag különbsége tehát magnitúdóban $= 0.38$.

A fentebbiek szerint ugyanennek a két csillagnak különbsége skála-fokokban -3.6 .

Az 1 skálafokozatnak megfelelő különbség magnitúdóban ennél fogva:

$$\frac{0.38}{3.6} = 0.106$$

Kérdés, hogyan lehet a változó fényességét megállapítani.

A megfigyelések eredményei legyenek a következők:

$$a \ 1 \ v; \ b \ 2 \ v; \ c \ 3 \ v$$

$$\text{Ebből } v = a - 1.0 = 3.6 - 1.0 = 2.6$$

$$\text{ugyanígy } v = b - 2.0 = 3.1 - 2.0 = 1.1$$

$$\text{végül: } v = c + 3.0 = 0.0 + 3.0 = 3.0$$

v -re tehát három értéket kapunk: 2.6, 1.1, 3.0.

Számtani középértéküket véve:

v fokozatokban kifejezett fény ereje: 2.3 fok. Ezt egyszerűen fejezhetjük ki magnitúdóban.

Az előbb láttuk, hogy egy skálafokozatnak magnitúdóban, 0.106 felel meg. Megszorozzuk tehát v skálafokozatát 0.106-tal és a kapott értékeket kivonjuk c magnitúdójából, mert ennek fényerejét 0-nak vettük.

Ez esetben:

$$2.2 \times 0.106 = 0.23, \text{ ezt kivonva } c \text{ magnitúdójából:}$$

$$m_v = m_c - 0.23 = 2.80 - 0.23 = 2.57$$

Az összehasonlító csillagokat úgy kell megválasztani, hogy fényességük ne legyen nagyon eltérő a változó fényességétől, mert nagyobb fokozati különbségeket nem lehet jól megbecsülni. Ha halvány változó csillagot figyelünk és az összehasonlító csillagok magnitúdóját nem tudjuk a katalógus alapján meghatározni, akkor a változó csillag fényességét magnitúdóban nem tudjuk megállapítani. Ilyenkor a változó csillag fényváltozásait fokozatokban kifejezve tanulmányozhatjuk.

2. *Pickering módszere* alapján könnyebben kiszámíthatjuk a változó fényességét, de okvetlenül ismernünk kell az összehasonlító csillagok pontos nagyságrendjét.

Fényesebb csillagok esetében ez rendszerint nem okoz nehézségeket. Az összehasonlító csillagok nagyságrendjének különbségét először 10-zel osztjuk. Pl. legyen az egyik A csillag magnitúdója $m_A = 0.05$, a másik f csillag magnitúdója $m_f = 5.54$.

Akkor

$$\frac{m_f - m_A}{10} = 0.049$$

Tegyük fel, hogy a változó fényességének kiértékelése a következő eredményre vezetett:

$$A \ 2 \ v \ 8 \ f$$

Ez azt jelenti, hogy a változó csillag fénye az összehasonlító csillagok közti fényességintervallum 0.2-ével gyengébb, mint az A csillagé.

Szorozzuk meg $\frac{m_f - m_A}{10}$ -et 2-vel, az eredmény $0.049 \times 2 = 0.098$,

vagy századrésnyi pontosságra kikerekítve 0.10. A változó csillag tehát 0.10 magnitúdóval gyengébb, mint az A csillag. Magnitúdója: $5.05 + 0.10 = 5.15$.

c) *Blassko—Neuland* kombinált módszere kiküszöböli Pickering módszerének azt a hibáját, hogy a halvány összehasonlító csillagok magnitúdóját nem ismerjük és hogy az összehasonlító csillagok csekély fényességkülönbsége esetén nehéz a közöttük lévő intervallumot 10 részre felosztani. A változó csillag fényességének kiértékelésére ennél a módszernél is két összehasonlító csillagot választunk, melyek közül egyik fényesebb, a másik pedig halványabb a változó csillagnál. A kiértékelést azonban nem az intervallum 10 részre osztásával, hanem fokozatokkal végezzük.

Először kiértékeljük a két összehasonlító csillag a és b fényességkülönbségét fokozatokban. Legyen ez például 5 fokozat. Ezután egymásután összehasonlítjuk a változót a -val és b -vel. Tegyük fel, hogy az a és v közötti különbséget 2 fokozatra, a v és b közöttit pedig 3 fokozatra becsüljük. Ezt így írjuk fel:

$$a \ 2 \ v \ 3 \ b$$

Ha több ilyen megfigyelést végzünk, az Argelander-léle módszerhez hasonlóan, kiszámíthatjuk az összehasonlító csillagok fényességkülönbségét fokozati skálában. Így ha még c és k összehasonlító csillagokat is bevonjuk a megfigyelésbe és a leghalványabb csillag fényerejét 0-nak vesszük, akkor kapunk egy fokozati skálát, például:

$$k = 17.0, \ a = 11.9, \ b = 6.7, \ c = 0.0$$

Tegyük fel, hogy b és c csillagokkal összehasonlítva a változó fényét így értékeltük:

$$b \ 1 \ v \ 5 \ c$$

E szerint a megítélés szerint $b - c = 6.0$,

A fokozati skála szerint $b - c = 6.7$.

Elosztjuk 6.7-et 6.0-val és így 1.12-et kapunk. Megszorozzuk a b és v különbségét, ami $= 1$, 1.12-vel és az eredményt kivonjuk a b fényerejéből. Megkapjuk a változó fényerejét: $v = 6.7 - 1.1 = 5.6$.

Ugyanígy dolgozzuk fel a többi megfigyelési eredményt is és végül középértéket számítunk. Ha ismerjük az összehasonlító csillagok magnitúdóját, a fokozati skálában kapott fényességet magnitúdóban fejezhetjük ki.

A megfigyelés időpontjának átalakítása

A megfigyelés időpontját előbb világidőben kell kiszámítani, majd juliánus napokban és naprészekben kell kifejezni. A greenwichi vagy világidő 1 órával (nyári időszámítás esetén 2 órával) kevesebb a budapesti közép-európai időnél. A juliánus dátum az időszámításunk előtt 4712-től eltelt napok számát mutatja. Különösen előnyös ez a számítás a változó-maximumok kiszámítása esetén. Így ha pl. 10 év múlva egy maximum időpontját keressük, a juliánus napok segítségével egyszerű a számítás. Évkönyvünk táblázatos részében az I. táblázatban közöljük, hogy az év egyes napjai hányadik Juliánus napnak felelnek meg. Innen könnyen megállapíthatjuk, hogy pl. 1952 június 2-án a juliánus dátum dátuma 2434165. A megfigyelés időpontját ezredrész, igen rövid periódusú változóknál pedig tizedrész juliánus nap pontossággal számítsuk. A számításnál az órákat, percek és másodperceket a nap részeiben fejezzük ki.

$$1 \text{ óra} = \frac{1}{24} = 0.0416 \text{ nap.}$$

$$1 \text{ perc} = \frac{1}{24 \times 60} = \frac{1}{1440} = 0.00069 \text{ nap}$$

$$1 \text{ másodperc} = \frac{1}{24 \times 60 \times 60} = \frac{1}{86400} = 0.00001 \text{ nap.}$$

A változó csillag fényességét több időpontban határozzuk meg. A megfigyelés eredményeit grafikonnal ábrázoljuk.

A grafikonon a vízszintes tengely mentén — balról jobbra — felrajzoljuk növekvő sorrendben az időpontokat, a függőleges tengely mentén a különböző fényességeket. A lépték, tehát, hogy a grafikonban egy napnak, vagy egy magnitúdónak hány centiméter felel meg,

önkéntes. Ezt mindig a fényváltozás gyorsasága és amplitudója határozza meg.

A vízszintes tengelynek az egyes időpontokat kijelölő pontjaiból kiindulva függőlegesen felmérjük az észlelt magnitúdóértékeket és ezeket a helyeket a grafikonban ponttal, vagy más jellel megjelöljük. Ha az így kapott pontokat összekötjük, görbe vonalat kapunk, mely mutatja, hogyan változott a csillag fénye a megfigyelés folyamán. Az ilyen görbét a fényváltozás egyéni, vagy individuális görbéjének nevezzük. Ha a görbén belül a vízszintes tengellyel párhuzamosan több egyenest húzunk, megfelezzük ezeket az egyeneseket és a felezési pontokat összekötjük, ahol ez a vonal metszi a fénygörbét, ott van a maximum (illetve minimum). Földünk napközi keringése következtében a Földdel együtt mozgó megfigyelő hol közelebb, hol messzebb van a megfigyelt csillagtól. A fény véges terjedési sebessége miatt a maximum vagy minimum is hol előbb, hol később áll be. A megfigyelés adatait át kell számítani, mintha a Napról történné az észlelés.

Mivel a fény a Nap—Föld távolságot 8.308 perc alatt teszi meg, a helyesbítés értéke a

$$T = 8.309 \cos \beta \cos (\lambda_1 - \lambda_2)$$

képlettel fejezhető ki, ahol β a Nap szélességi koordinátája, λ_1 és λ_2 pedig = csillag hosszúsági koordinátái. A számításokra táblázatok és nomogrammok vannak használatban. Akik nem juthatnak ezekhez, vagy nem járatosak a trigonometriai számításokban, ha adataikat beküldik a budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgálóba, ott elvégzik a szükséges számításokat.

A változó csillag elemel és efemeridája

A fényváltozás törvényszerűségeit jellemző egyik alapvető fontosságú elem a periódus. Ha a változó csillag fényét szakaszosan változtatja, a fénygörbének minden görbülete ismételni fog. A periódus két szomszédos minimum, vagy maximum időpontjának a különbsége.

Ha a fényváltozás szigorúan periódikusan megy végbe, akkor a periódus (P) ismeretében ki tudjuk számítani, hogy sorra mikor fognak bekövetkezni a későbbi minimumok, vagy maximumok. Jelöljük a kezdeti időpontot T_0 -val. Tegyük fel, hogy egy megadott időpontig elmúlt periódusok egész száma E. Akkor azt az időpontot, amikor az E-edik periódus bekövetkezik, az alábbi képlet fejezi ki:

$$T_E = T_0 + P \times E$$

Ezt a képletet hívják a periódus lineáris képletének. Például a W Aurgiae Algol típusú változó minimuma:

$$\text{Min}_h = 2421623.353 + 2.5350144 \times E$$

A Cepheida típusú ζ Geminorum maximuma:

$$\text{Max}_h = 2410639.801 + 10.153527 \times E$$

Az időpontok Julián dátumokban vannak kifejezve és a Max. és Min. mellett a kis h jelzés azt jelenti, hogy a maximum, vagy minimum időpontját a Nap középpontjára vonatkoztattuk.

A félszabálytalan változóknak nincs periódusuk. Ha megállapítjuk a szomszédos maximumok (vagy minimumok) közötti időközöket, nagyobb számú megfigyelés esetén kiszámíthatjuk ezek középértékét. Ezt a középértéket ciklusnak hívják és rendszerint C -vel jelölik. A ciklus jellemző a fényváltozás menetére, de azért a ciklus nagyságának ismeretében nem tudjuk előre megmondani, hogy a félszabálytalan változó maximumának mikor kell bekövetkezni, mert a fényváltozás nem szigorúan periódikusan történik és ebben az esetben a periódus lineáris képlete nem alkalmazható.

Szabályos változók esetében az említett

$$T_h = T_0 + P \times E$$

képlet segítségével előre ki tudjuk számítani azokat az időpontokat, amikor az ismert kezdeti időpont T_0 -tól függően bekövetkezik a maximum vagy minimum.

A maximumok, vagy minimumok időpontjainak jegyzékét *efemeridának* nevezzük.

Az efemeridát úgy számíthatjuk ki, ha egymásután összeadjuk a periódusok értékeit. A számolás közben teljes pontossággal megtartjuk a periódus kiszámított értékét, csak a számolás végén kerekítjük ki a kiszámított időpontokat.

Az efemerida helyesbítése és a periódus kiigazítása

A maximumok vagy minimumok számított értékei gyakran nem esnek össze a megfigyelt értékekkel. A különbséget

$$T_{\text{megfigyelt}} - T_{\text{kiszámított}} = E_n$$

Az efemerida helyesbítésének hívják.

Ha a periódus állandó, nem nehéz meghatározni a periódus pontos nagyságát. Legyen a periódus pontos hossza P és nem pontosan ismert értéke P_1 .

$P - P_1 = \Delta P_0$ a periódus helyesbítése. Innen

$$P = P_1 + \Delta P \quad (1)$$

Behelyettesítve ezeket az értékeket a periódus lineáris képletébe:

$$T_E = T_0 + P E = T_0 + (P_1 + \Delta P) E = T_0 + P_1 E + \Delta P \times E$$

de $T_0 = P_1 E = T$ az időpont kiszámított értéke, míg T_E a megfigyelt érték,

Tehát Tmegfigy. — T kiszám. = $\Delta P \times E$
és így

$$\Delta P = \frac{T_E T}{E}$$

A periódus helyesbítését tehát úgy kapjuk meg, hogy az efemerida helyesbítését elosztjuk a lefolyt periódusok számával.

(1) képlet szerint ha ezt hozzáadjuk P_1 -hez, a periódus közelítőleges értékéhez, kapjuk a periódus pontos nagyságát.

A periódus ilyen kiigazításának nagy jelentősége van, mert megtörténhetik, hogy a csillag periódusa változik.

Az elemek elsődleges meghatározása

Eddig feltételeztük, hogy a változó csillag elemei legalább közelítőleg ismeretesek. Újonnan felfedezett, vagy még ki nem vizsgált változó csillag periódusának megállapítása egyike a legnehezebb feladatoknak.

Egyszerűbb megoldás, ha a változó hosszúperiódusú és az adott időközre majdnem minden individuális maximuma már meg van határozva.

Ezek időpontjait sorban leírjuk:

$$T_1, T_2, T_3 \dots T_n$$

Ez esetben $T_2 - T_1 = P_1$

$$T_3 - T_2 = P_2$$

$$T_n - T_{n-1} = P_{n-1}$$

különbségek különböző értékeket adnak a periódusra. Mivel a csillag periódusos változó, az egyes $P_1, P_2, \dots P_{n-1}$ értékek csak a megfigyelésből eredő tévedések miatt térhetnek el kissé egymástól. Ha elfogadjuk a maximum első időpontjának megközelítő értékéül T_0 -t, a

$$T_E = T_0 + P E$$

képlet alapján megkapjuk a periódus előzetes képletét. Ezt a képletet a legkisebb négyzetek módszerének alkalmazásával valamennyi maximum időpontjának megfelelően helyesbítjük.

Nehezebb az eset, ha nem figyeltük meg sorjában a maximumok mindenik időpontját, hanem kiesések vannak közöttük. Ha ilyenkor felírjuk az időpontok különbségeit, akkor a

$$T'_2 - T'_1, T'_3 - T'_2 \dots T'_n - T'_{n-1}$$

különbségek nem a periódus értékét fogják jelenteni, hanem a periódus egészszámú többszöröseit. Ha kiszámítjuk a kapott értékek leg-

nagyobb közös osztóját (azt a legnagyobb számot, mellyel minden különbség osztható), ez lesz a periódus. Ezután a $T_E = T_0 + PE$ képlettel megközelítőleg kiszámítjuk az efemeridát és a legkisebb négyzetek módszerével elvégezzük a helyesbítést.

Még nehezebb a rövidperiódusú, különösen az Algol típusú változók vizsgálata. A periódusok sokfélék és nincsen semmi támpont a periódus hosszának megítélésére. A rövidperiódusú és még ki nem vizsgált csillag tanulmányozásánál ajánlatos annak gyakori megfigyelése, főként, amikor a csillag gyorsan kezd változtatni fényét. A periódus meghatározásához a maximum, vagy minimum időpontjának legalább három alapos meghatározása szükséges.

Tegyük fel, hogy Algol típusú változót észlelünk.

A minimum három időpontja legyen T_1, T_2, T_3 . Számítsuk ki a $T_2 - T_1, T_3 - T_2$ különbségeket. A periódus egyelőre ismeretlen, jelöljük P -vel.

$$\text{Ekkor } T_2 - T_1 = n_1 P \text{ és}$$

$$T_3 - T_2 = n_2 P,$$

ahol n_1 -nek és n_2 -nek egész számoknak kell lenniök.

Fogadjuk el P_0 tetszésszerűt kisebb számot a periódus megközelítő értékének. Osszuk el vele a különbségeket egész számnyi pontossággal:

$$\frac{T_2 - T_1}{P_0} = N_1$$

$$\frac{T_3 - T_2}{P_0} = N_2$$

$$\text{akkor } n_1 = N_1 + \Delta N_1$$

$$n_2 = N_2 + \Delta N_2$$

Mivel n_1 és n_2 egész számok, ezért ΔN_1 és ΔN_2 is egészek. Jelöljük $(P - P_0) \cdot \Delta P$ -vel.

Nyilvánvaló az alábbi arányosság:

$$\frac{T_2 - T_1}{n_1} = \frac{T_3 - T_2}{n_2} = P$$

$$\text{Jelöljük: } \frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1} = Q = \frac{n_2}{n_1} = \frac{N_2 + \Delta N_2}{N_1 + \Delta N_1}$$

$$\text{amiből } Q(N_1 + \Delta N_1) = N_2 + \Delta N_2$$

$$\text{vagy } \Delta N_2 = Q N_1 - N_2 + Q \Delta N_1$$

Jelöljük $(Q N_1 - N_2)$ -t R -el.

$$\text{Így } \Delta N_2 = R + Q \Delta N_1$$

Ebben az egyenletben két ismeretlen van: ΔN_1 és ΔN_2 , de azért gyakran megoldható. ΔN_1 -nek és ΔN_2 -nek egészeknek kell lenniök.

ΔN_1 -nek az egymásután következő $-k, -k+1, \dots -2, -1, 0, +1, +2 \dots +k$ értékeket adva, kiválasztjuk közülük azokat, melyek megfelelnek ΔN_2 egész értékeinek. Ezek a számpárok adják n_1 és n_2 értékeit az $n_1 = N_1 + \Delta N_1$ és $n_2 = N_2 + \Delta N_2$ összefüggések alapján.

n_1 és n_2 meghatározása a periódusra két értéket ad:

$$P_1 = \frac{T_2}{n_1} \text{ és } P_2 = \frac{T_3 - T_2}{n_2}$$

Ezekből kiszámítjuk a P középértékeit.

A periódus képlete akkor ilyen:

$$T_E = T_1 + P E$$

Ilyen képletet többet is kaphatunk, a további megfigyeléssel kell ellenőriznünk, hogy melyik képlet egyezik a tapasztalattal.

Cseszevics: Mit és hogyan figyeljünk meg az égen című könyvének A változó csillagok tanulmányozásának módszerei c. fejezete nyomán:

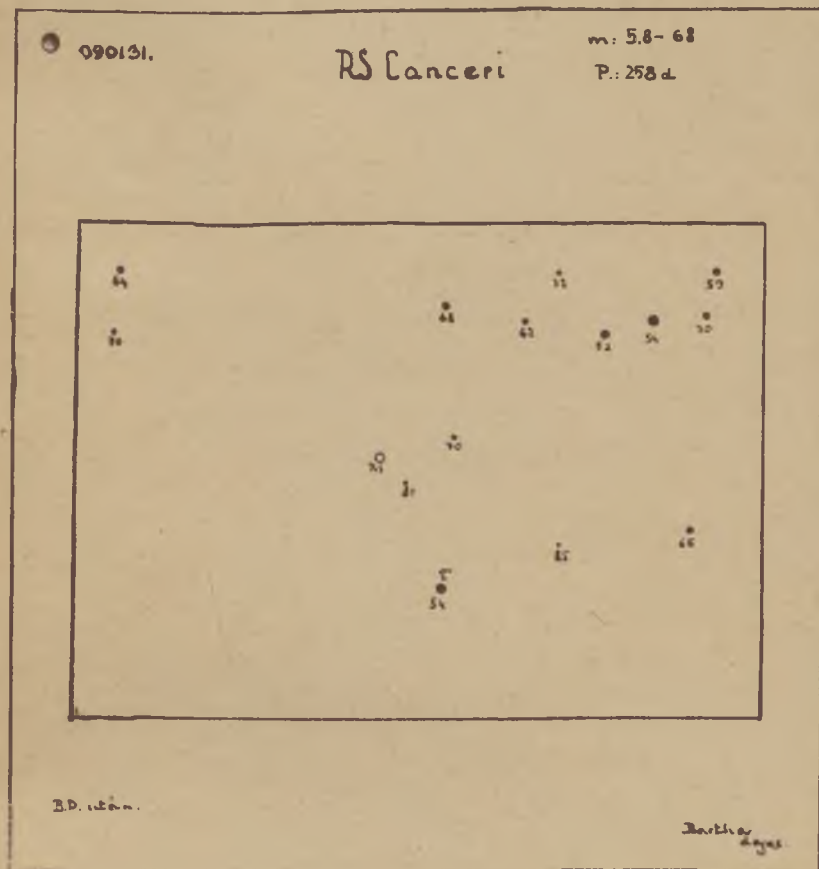
Róka Gedeon

(a) R SCUTI

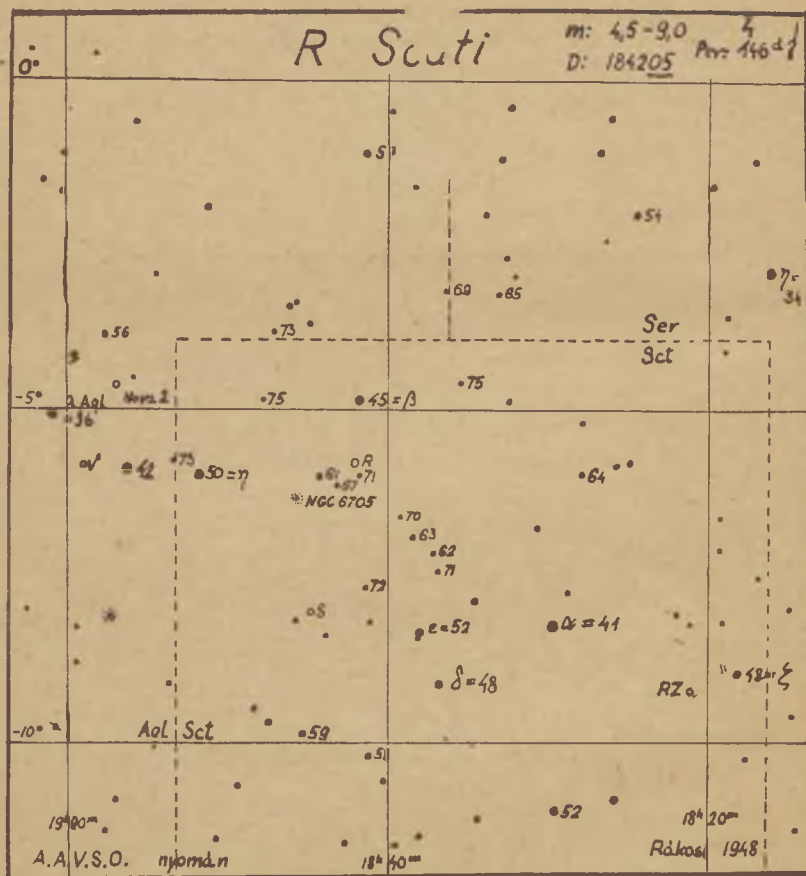
period : 146 (3) d
 magn. : 4,5 - 9,0



41. ábra. Az R Scuti környékének térképe.



42. ábra. Az RS Canceri környékének térképe.



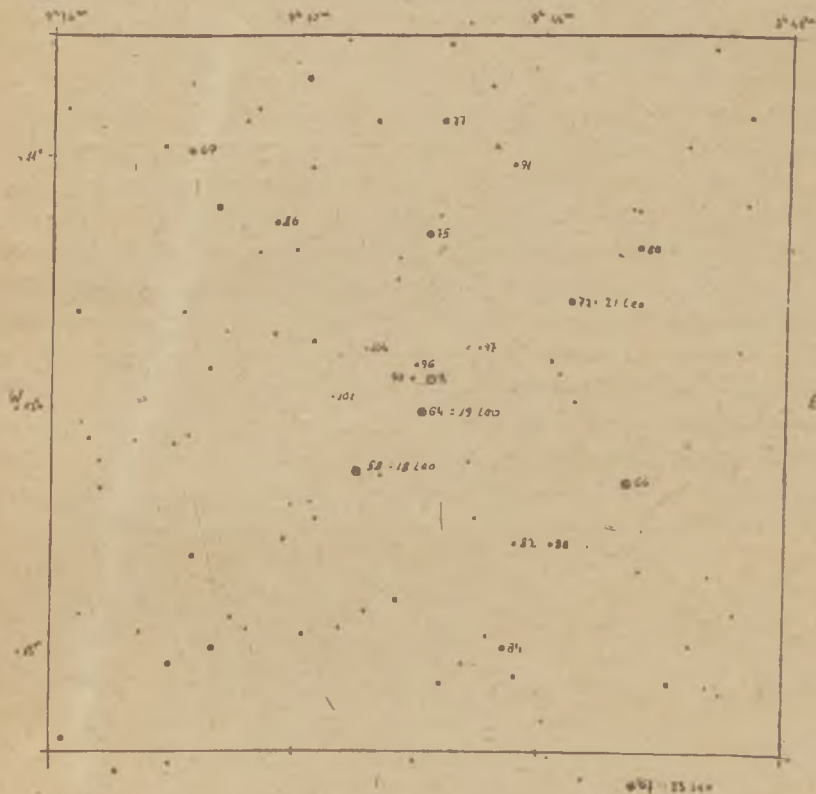
43. ábra. Az R Scuti környékének térképe,

094211. (6)

^s
R Leonis(1900). $9^h 42^m 2.40^s$ (1971) $+11^\circ 54'$ (1976)

Color 6.9 Period 313. d Magn. 5.9 - 10.1

M = 0.40



A.A.V.S.O.

(6)

Hasolat.
A.H.O.C. után

44. ábra. Az R Leonis környékének térképe.

TARTALOMJEGYZÉK

| | Oldal |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Csillagászati adatok az 1952. évre — — — — — | 3 |
| Dezső Loránt: Csillagászati alapfogalmak és kiegészítők a közölt adatokkal kapcsolatban — — — — — | 82 |
| Guman István: Csillagfedések — — — — — | 93 |
| Detre László: Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intéze- tének működése az 1951. évben — — — — — | 96 |
| Róka Gedeon: Jelentés a bemutató csillagdák 1951. évi működéséről | 104 |
| V. A. Ambarcumján: Csillagtársulások és a csillagok keletkezése — | 118 |
| C. P. Diskant: A kozmikus sugarak eredete — — — — — | 129 |
| Az I. A. U. VIII. kongresszusának összehívásáról — — — — — | 140 |
| Detre László: Az üstökösök fizikája — — — — — | 148 |
| Dezső Loránt: A Nap és földi hatásai — — — — — | 160 |
| Csada Imre: A pontos idő meghatározása rádióidőjelek segítségével | 174 |
| Róka Gedeon: A változó csillagok megfigyelése — — — — — | 178 |

1000

1000

Ára: 10.— Ft